

Creemos ter, deste modo, defendido os princípios básicos nos quais assenta a Gestão Ambiental, que iremos seguidamente abordar com a consciência, por um lado, das suas limitações e, por outro, da sua necessidade essencial.

O ambiente pode, tal como a gestão, ser definido de diversas formas. Poderíamos começar com a definição anglo-saxónica clássica, "*Environment is everything else but me*", até chegarmos a outras menos amplas, mas não menos importantes, tais como "o conjunto dos factores que rodeiam e que influenciam os seres vivos". Em qualquer caso, os nossos conhecimentos sobre o ambiente são sempre limitados e restritos a uma dada situação específica. Cada sistema ambiental constitui um caso específico. É por isso necessário ter o maior cuidado quando se procura extrapolar, em situações semelhantes, princípios que verificamos serem razoavelmente válidos, em relação a um determinado sistema, num determinado local e num determinado momento.

A noção das restrições espacio-temporais dos dados ambientais constitui uma das suas constringências básicas. Independentemente das características locais, que podemos visualmente abarcar de uma forma geral, importa nunca perder de vista que o tempo constitui o mais escasso e transiente dos recursos ambientais. O Tempo nunca pára, arrastando e implicando mudanças globais e contínuas. Tal como a Entropia, nada o pode deter e as suas consequências são irreversíveis.

Daí que o único tipo de intervenções que deveremos assumir, em termos de gestão ambiental, sejam do tipo preventivo. Essas intervenções deverão ainda ser pautadas pelo princípio da precaução, aplicadas o mais a jusante possível e com um nível de exigência máximo.

Fora dessa perspectiva, restam-nos medidas curativas, em geral meros paliativos. Elas serão sempre mais dispendiosas, menos eficientes e devido a essas intervenções, mesmo que bem intencionadas, deparamo-nos com efeitos necessariamente irreversíveis.

Em teoria, se o objecto da gestão for um sistema inicialmente natural, mas que o Homem alterou (como, por exemplo, uma floresta, um lago ou uma zona de reserva natural), a sua gestão deverá ser orientada para se alcançar, com um mínimo de investimentos e um máximo de benefícios, a situação que naturalmente se verificaria, quando o equilíbrio com a sua envolvente ecológica fosse atingido: o chamado estado climático ou clímax.

Se o objecto da gestão for um sistema produtivo antropogénico (como, por exemplo, uma unidade fabril, uma siderurgia ou um plano de aproveitamentos hidráulicos), a gestão deverá orientar-se no sentido de maximizar a eficiência da produção, a nível de consumo de recursos, de meios humanos e outros factores produtivos, reduzindo tanto quanto possível os impactes dele resultantes.

Finalmente, se o objecto for a implementação e exploração de serviços (fornecimento de energia, transportes ou controlo da qualidade de vida de um centro urbano), a gestão terá em vista responder não só aos aspectos citados quanto às organizações produtivas, como também garantir aos utentes o serviço mais cómodo, flexível e tomando em conta

as necessidades do utente, em especial dos grupos mais sensíveis e exigentes (crianças, idosos, grávidas, imunodeficientes, etc).

Por tudo isto escrevemos este livro, sempre dispostos a modificar o que dissemos e a alterar o que afirmámos. Mas, sempre acreditando que estávamos a afirmar aquilo que considerávamos ser (nesta altura e neste lugar) a melhor aproximação da realidade a que tínhamos acesso.

J. F. Santos Oliveira



# Introdução à Noção de Gestão Ambiental

## 1.1. Introdução

### 1.1.1. Efeitos ambientais das acções naturais e antrópicas

O planeta em que vivemos só aparentemente se mantém estável, sofrendo modificações contínuas dos mais diversos tipos. Essas mudanças ocorrem numa escala de tempo cuja duração poderá ser muito diversa. Com efeito, ela pode traduzir-se em horizontes:

- a) Da ordem dos milhares de milhões ou dos milhões de anos (como sucede nos processos de deslocação das placas tectónicas ou na formação de novos maços orográficos);
- b) Da ordem dos milhares ou das dezenas de milhar de anos (como sucede nos processos de glaciação ou das alterações climáticas a longo prazo);
- c) Da ordem de anos ou de centenas de anos (como sucede nalguns processos de eutrofização do solo ou da água, pela acumulação de nutrientes nos meios receptores); ou
- d) Da ordem de um horizonte temporal limitado (como se verifica nos processos de depósito e degradação de resíduos, em locais ambientalmente desaconselháveis para o efeito ou, noutros exemplos, de impactes ambientais a curto prazo).

A esta diversidade de escalas temporais, haverá que adicionar as suas diferentes expressões espaciais, isto é, o facto de poderem incidir num local restrito ou, pelo contrário, de se traduzirem em efeitos à escala planetária. Neste caso, atendendo à homeostase planetária, esses efeitos poderão ser/serão continuamente propagados no espaço e no tempo, mercê da unidade fundamental do planeta e das interacções resultantes dos ciclos bio-geoquímicos que o mantêm activo.

A estes tipos de acções naturais, termodinamicamente irreversíveis, muitas delas mais ou menos cíclicas, somam-se, as acções de cariz antropogénico, cuja dimensão e gravidade vão crescendo à medida que aumenta a magnitude da capacidade de intervenção humana. Esta cresce com o desenvolvimento científico e tecnológico da Humanidade com a sofisticação crescente dos meios disponíveis.

A designação de acção antropogénica é aqui entendida de uma forma abrangente, uma vez que engloba não só as actuações materiais, com reflexos físicos, como também as intervenções intelectuais, com reflexos conceptuais. Nesse caso, engloba acções muito diversas, tais como propostas legislativas, actuações/decisões políticas, elaboração de projectos ou de programas de acção, os quais virão a ter impactes, uns mediatos e outros imediatos.

Referimo-nos, portanto, a acções geradas pelo Homem, indutoras de efeitos ambientais concretos, que podem ser traduzidos em modificações da ecosfera, traduzindo-se numa realidade vasta e complexa. Estas acções serão indutoras de processos e de acções diferenciadas, com consequências muito diversas, tais como:

- a) Processos de erosão cujos efeitos se reflectem nas características e no comportamento do solo, da água, do ar ou do biota;
- b) Fenómenos de dispersão e acumulação de poluentes e de resíduos;
- c) Processos de destruição de sistemas ambientais raros e/ou únicos;
- d) Sobreutilização de sistemas produtivos essenciais, necessariamente limitados;
- e) Utilização imponderada de recursos não renováveis ou localmente escassos;
- f) Desencadeamento de guerras ou de outros processos/procedimentos com efeito cruéis sobre a sua envolvência, podendo implicar deslocações de indivíduos ou de populações; essas migrações forçadas poderão pôr em causa a sua cultura e/ou o seu património, criando, pelo uso/abuso do poder, expatriados étnicos ambientais, religiosos e outros que são, assim, marginalizados.

A problemática da gestão ambiental é, por isso, algo de muito complexo (eventualmente um processo impossível, em termos absolutos), mas também, simultaneamente essencial em termos de sobrevivência dos saberes e das experiências acumulados ao longo dos séculos.

Um grande chefe índio, face à destruição das terras e dos hábitos do seu povo e dos seus antepassados, recordou, no século XIX, que “não somos donos da Terra”. Ele pertence aos nossos filhos, a quem teremos de a entregar em condições que não sejam no mínimo, piores do que aquelas em que a recebemos.

Esta contingência da posse limita necessariamente a legitimidade das intervenções que sobre ela poderemos/deveremos exercer, em todos os locais e momentos. Significa que somos apenas utentes de um bem comum da espécie, cuja continuidade não temos o direito de pôr em causa.

Nos nossos dias, cada vez mais se fala em crescimento e em desenvolvimento sustentáveis. Talvez seja conveniente reflectir sobre esta dicotomia, procurando traduzi

-la em factos concretos. Importa realçar que o termo crescimento tem um significado essencialmente material, representando, ou constituindo, um reflexo da eficiência com que soubermos utilizar os bens e as ferramentas disponíveis.

O termo desenvolvimento, por sua vez, tem um sentido tecnológico, sendo traduzido pelo aparecimento de novos instrumentos e de novas ferramentas, que se poderão reflectir, ou não, no aumento da riqueza disponível. Daí resultará o facto de podermos, ou não, distribuir a riqueza e os bens assim gerados por aqueles que dela necessitarem, ou por aqueles que os detentores do poder decidirem que sejam distribuídos.

Poderá, portanto, verificar-se desenvolvimento sem que ocorra crescimento, ou o contrário. O desenvolvimento e o crescimento poderão, quer um quer outro, ser, ou não, sustentáveis. Esse facto dependerá de tal ocorrer com ou sem variação dos bens disponíveis, isto é, tendo em conta a relação existente entre o volume e as características desses bens e a produtividade que caracteriza o seu uso.

O que importará, em termos de sustentabilidade, será a possibilidade de manter a dimensão e as características do "lucro do capital" existente, sem pôr em causa os bens e recursos existentes, mas tão somente agindo ao nível da eficiência do seu uso.

Em termos globais e numa escala de manutenção temporal dos sistemas em causa, o ponto axial será, portanto, o da quantificação dos recursos não renováveis existentes. Pode, numa perspectiva de equanimidade, atender-se igualmente à distribuição dos mesmos, em termos de acesso aos mesmos e de possibilidades de uso efectivo. Essa será a situação crítica em que nos encontramos se atendermos a duas perspectivas complementares, mas não sobreponíveis: em primeiro lugar, temos de constatar que a distribuição de recursos é desigual: globalmente, 20% da população mundial dispõe de 80% dos recursos disponíveis; em segundo lugar, temos de ter plena consciência que as possibilidades de extracção/utilização dos mesmos dependem das disponibilidades tecnológicas e financeiras, sendo, por isso, igualmente muito diferenciadas.

Em relação a produtos essenciais à vida, tais como a alimentação, podemos verificar que a produção actual garantiria teoricamente mais do dobro dos recursos alimentares necessários à satisfação plena das necessidades de cada um dos seis mil milhões de habitantes do planeta. Contudo, cerca de 850 milhões de pessoas encontram-se em situação de subnutrição. E mais de 2000 milhões de pessoas vivem em situação de mal-nutrição. Independentemente das insuficiências de conhecimentos ou de meios existentes, a nível da produção e da nutrição, pode concluir-se que o problema da fome no mundo é, essencialmente, um problema de repartição e de distribuição e não um problema de produção, pelo menos actualmente (Oliveira, 2000).

Se calculássemos o Produto Interno Bruto (PIB) do planeta, seguindo a metodologia de Constanza *et al.*, ou, alternativamente, de outros autores, a verba disponível diariamente, *per capita*, seria de US\$15. Logo, também por essa via, chegaríamos à conclusão que o problema da pobreza é um problema de afectação de meios e não um problema de carência, em termos absolutos, desses mesmos recursos.

O problema da Gestão Ambiental (ou de muitos outros tipos de gestão), é, essencialmente, um problema de inventariação de recursos, de identificação de meios

operacionais, de definição dos objectivos que se pretendem atingir e de desenvolvimento das políticas que será indispensável implementar.

### 1.2. Aspectos bio-ecológicos da Gestão Ambiental

A problemática da Gestão Ambiental tem de ser enquadrada num todo bio-ecológico, em todas as suas perspectivas. Com efeito, ela consiste, afinal, num problema de utilização equilibrada, numa perspectiva espaciotemporal, de recursos e sistemas produtivos preexistentes ou possíveis de gerar no imediato.

Tem de ter, por isso, uma base bio-ecológica (com maior rigor ainda, bio-geoquímica), na medida em que terá de se basear, necessariamente, num correcto acompanhamento dos ciclos bio-geoquímicos planetários e no controlo rigoroso dos mecanismos de reciclagem que lhe estão associados.

É sabido que os teores em água e dos restantes constituintes do planeta em geral, e da crosta terrestre em particular, não sofreram modificações significativas desde o big-bang e a formação do sistema solar. A sua localização relativa, bem como as formas e espécies sob as quais se apresentam, ou mesmo as suas concentrações relativas, sofrem alterações continuadas, resultantes da dinâmica das respectivas evoluções. Contudo, os valores globais mantêm-se constantes, pela diminuta grandeza dos contributos recebidos actualmente do espaço sideral.

Torna-se, por isso, indispensável o acompanhamento das dimensões absolutas e relativas dos compartimentos dos ecossistemas envolvidos, e também dos fluxos que entre eles se estabelecem, dos respectivos tempos de permanência, assim como das espécies químicas sob as quais se apresentam.

Numa perspectiva global, convém recordar a noção básica de ecossistema e os seus constituintes estruturais básicos. O Sol, fonte de energia desde há cerca de cinco mil milhões de anos, fornece a energia radiante, que os organismos fotossintéticos (que se vieram a desenvolver ao longo dos milénios) transformam na energia química potencial da biomassa.

Os ciclos do carbono, do oxigénio e do hidrogénio, têm também na fotossíntese (e na respiração, que a complementa) um início, ao qual se vão associando os restantes ciclos dos elementos essenciais à vida. Como é sabido, os organismos autotróficos vão constituir a base alimentar dos organismos consumidores heterotróficos. Além destes, haverá que considerar, em paralelo, os organismos quimiossintéticos, que completam a biosfera. A sua complexidade é muito grande, embora estejamos ainda longe de conhecer, completamente, todos os restantes parceiros, com os quais partilhamos o usufruto do planeta.

Como os recursos existentes são limitados, importa considerar necessariamente a sua reciclagem. A actividade dos organismos decompositores constitui a base da reciclagem desses materiais. Sem ela, a manutenção dos fluxos alimentares não seria possível e a manutenção da vida subsistiria apenas durante um prazo limitado. Esse limite é

determinado pelos quantitativos disponíveis do factor limitante primário, predominante em cada momento e lugar.

A manutenção desses sistemas, assim como a cobertura (desejavelmente completa e permanente das necessidades nutricionais desses organismos) terão, portanto, de ter como base a reciclagem desses materiais, em especial, como foi referido, dos que sejam mais necessários, em termos quantitativos e qualitativos. E das não renováveis, em espaços compatíveis com a duração da vida humana.

A Gestão do Ambiente, terá, por isso, de assentar no controlo desses factores, tendo como base, de uma forma ou outra, o estabelecimento de balanços de massa e de energia.

Importa não deixar de atender que a vida, nas suas diversas formas, terá sempre, como base, a existência e a interconversão de formas oxidadas e reduzidas. Ao falar de energia em geral, estamos pois a subentender a existência de potenciais redox adequados, para que, dessa forma de energia química, possa emergir a energia viva. Sem isso, não seria possível a sustentabilidade dos sistemas nem a sua dinâmica de crescimento/desenvolvimento.

Neste contexto, importa referir que um sistema será tanto mais resistente, às diversas formas de tensão a que está sujeito, quanto mais diversificado for. Por outras palavras, quanto maior for a resiliência resultante de uma maior diversidade das interacções que se verificam entre as populações animais, vegetais e microbianas que os constituem. Chegamos assim à recordatória do valor da bio-diversidade, como reflexo da riqueza genética na qual ela assenta, e à conclusão de que a defesa dessa situação será, necessariamente, uma das bases em que assentará uma Gestão Ambiental adequada.

Ainda na perspectiva que adoptámos neste sub-capítulo, importa introduzir, pela positiva, a temática da poluição, ou, se quisermos, da necessidade da manutenção, dentro de limites adequados, das tensões associadas à presença de substâncias com acções negativas (biocidas, bio-estáticas ou outros tipos de agentes que podem pôr em risco a sua estabilidade). Como dizia Paracelso, "tudo é remédio e tudo é tóxico", ou, noutra formulação, é a dose que faz o veneno. A problemática das concentrações relativas de possíveis tóxicos e das respectivas interacções constitui um outro aspecto da Gestão Ambiental que teremos de encarar com o maior cuidado. Por isso, numa perspectiva complementar à do estabelecimento dos balanços de massa e de energia, importará identificar e quantificar todas as substâncias que entram e que saem dos sistemas. Só deste modo poderemos prevenir eventuais efeitos negativos e também, por uma questão de eficiência e de agilidade, saber onde e quando se deverá ou terá de agir.



# Análise de Ciclo de Vida

## 10.1. Introdução

A Análise de Ciclo de Vida (ACV), ou, em linguagem anglo-saxónica – *Lyfe Cycle Analysis* (LCA), constitui uma das tecnologias desenvolvidas nas últimas décadas, com o objectivo de avaliar, de forma tão rigorosa quanto possível, o significado real dos custos ambientais (resultantes de actividades produtoras) de produtos de processos ou de serviços, quantificados pelos impactes deles decorrentes. O objectivo principal será, logicamente, o de interpretar os mecanismos que presidem ao desenvolvimento desses impactes e de os minimizar, na medida do possível.

Num planeta limitado, no qual a distribuição dos recursos no seu todo é heterogénea, onde parte desses recursos não só são limitados como não são renováveis, importa gerir, as disponibilidades existentes, de forma a conseguir responder, com a maior eficiência possível, às necessidades dos consumidores (começando pelas mais essenciais e procurando controlar o crescimento das que possam ser dispensáveis, ao menos fisicamente, uma vez que psicologicamente, a apetência do ser humano não tem limites).

A ACV constitui uma técnica de avaliação dos aspectos e dos impactes ambientais potenciais associados à fabricação de um produto (ao desenvolvimento de um processo ou prestação de um serviço, ou seja, a uma qualquer vertente de actividades criadoras de bens e serviços). O que se pretende é, portanto, o estabelecimento do balanço mássico e energético do conjunto de processos que acompanham e determinam a manufactura do artigo em causa, em todas as suas fases, ou, se quisermos, “do berço ao túmulo”.

A metodologia adequada inclui, genericamente, as seguintes fases:

- 1) Elaboração do inventário de fluxos de entradas e de saídas de materiais e de energia, que são registados ao longo do sistema produtivo (incluindo, se necessário, a intervenção de aspectos ambientais, não directamente ligados aos fluxos atrás citados);

- 2) Avaliação dos aspectos ambientais potenciais, associados a esses fluxos;
- 3) Interpretação dos resultados obtidos na fase de análise do inventário e da avaliação dos impactes, tendo em vista os objectivos do estudo e, na medida do possível, na introdução de melhorias no processo.

A ACV preocupa-se assim com o conjunto das fases que é possível discernir no processo, desde a extracção e/ou aquisição das matérias-primas e respectiva laboração, a sua utilização no decurso da fabricação e/ou montagem do artigo, até à fase final da sua vida útil, incluindo o seu "destino final", *vide* destruição.

A ACV pode:

- a) Englobar a identificação das possibilidades de melhoramento do artigo, nos diferentes estádios da sua evolução;
- b) Permitir a tomada de posições e de decisões, a nível da indústria e dos organismos envolvidos (governamentais e não governamentais), no que respeita a planificação estratégica, o estabelecimento de prioridades ou a concepção ou reconcepção do artigo em causa, face a modificações do mercado, da conjuntura envolvente ou devido a modificações tecnológicas;
- c) Facilitar a escolha de indicadores pertinentes de eficiência ecológica, incluindo de metodologias de medição e/ou avaliação;
- d) Influenciar a estratégia comercial, quer a nível da avaliação ambiental, quer da escolha de um sistema inovador de etiquetagem ecológica, quer na elaboração da declaração ambiental que acompanhe o artigo.

A ACV encontra-se ainda numa fase inicial de desenvolvimento, com muitas das suas fases ainda num estágio incipiente (por exemplo, avaliação do impacte). Por outro lado, a complexidade dos problemas em causa não pára de crescer, tornando-se, cada vez mais difícil, quer a sua componente analítica, quer a dificuldade de separação e identificação das interacções.

Para que uma ACV possa realmente apreender a globalidade dos aspectos ambientais do uso dos artigos em causa, é indispensável que seja garantida a sua credibilidade técnica, ao mesmo tempo que importa garantir a sua flexibilidade, preservada a sua vertente prática e assegurada a manutenção de uma relação custo-benefício satisfatória. Estas exigências são especialmente críticas no caso de estarem envolvidas PME.

Na realidade, o domínio de aplicação de uma ACV, bem como os limites da sua intervenção e o nível de detalhe do exame que pode ser realizado, são muito latos, dependendo dos objectivos pretendidos e dos fins que presidem à decisão que a ditou. A sua profundidade e o rigor e detalhe da análise desenvolvida, podem ser muito diversificados. Constitui, na realidade, uma das muitas metodologias a que se pode recorrer na aplicação de um SGA, variando a sua estrutura com o fim pretendido: análise de riscos, avaliação da eficiência ambiental, realização de auditorias ambientais dos mais diversos tipos ou realização de estudos de impacte ambiental. Convém, porém, não esquecer que não se trata da única metodologia disponível, nem de uma técnica capaz

de responder a todas as possíveis questões em jogo. Assim, por exemplo, não se trata de uma metodologia adequada, quando os problemas em causa sejam predominantemente de natureza social ou económica.

Para se poder otimizar o seu uso, é indispensável ter uma noção clara das suas limitações, ou seja, das situações em que a sua aplicação não é aconselhável. Essas limitações são essencialmente as seguintes:

- a) O recurso a uma ACV não é aconselhável quando a natureza das opções e das hipóteses em jogo são essencialmente subjectivas; como exemplos, indicaremos situações nas quais o objectivo pretendido é, nomeadamente, o estabelecimento das fronteiras do sistema submetido a análise, a escolha das fontes e tipos de informações a analisar ou das categorias de impacte a avaliar;
- b) Quando os modelos a que se pode recorrer para analisar o inventário, ou para avaliar os impactes ambientais, são limitados, a mesma situação se verifica, não podendo dispor-se de todos os impactes potenciais disponíveis, nem prever todas as aplicações desejáveis ou previsíveis;
- c) Quando as análises são efectuadas com base em situações relacionadas ou resultantes de problemas globais ou regionais, as conclusões podem não ser válidas para condições locais, caso sejam estas que estão em jogo;
- d) Um dos problemas básicos da Gestão Ambiental reside na dificuldade, tantas vezes sentida, em dispor de dados credíveis e suficientes para se poder proceder a uma análise suficientemente aprofundada da realidade em causa; os dados disponíveis não são muitas vezes nem suficientemente rigorosos nem exaustivos, existindo lacunas, valores apenas pontuais, médias de significado limitado ou valores que não tomam na devida conta a especificidade da estação ou do local;
- e) Os dados de inventário disponíveis, quer em termos espaciais quer temporais, não correspondem, por vezes, às características do local, o que dá origem a uma gama de incerteza incompatível com a precisão requerida para o fim em vista; essa incerteza pode, além disso, ser variável com as especificidades espaciais e temporais de cada categoria de impacte, o que torna não aplicável, de forma homogénea, a metodologia proposta.

O conjunto de dados a que se é obrigado recorrer para realizar uma ACV deveria fazer parte de um conjunto mais vasto, necessário à gestão de uma dada empresa e ao desenvolvimento e implementação da política de desenvolvimento sustentado que deverá ser a sua. A(s) ACV, de cada um dos Produto(s), Processo(s) e Serviço(s), pelas quais é responsável, têm de ser encaradas de forma global e integrada. O caminho a percorrer neste sentido é ainda muito extenso. A Norma ISO 14040:1997 (F) apresenta os princípios gerais a que uma ACV deve obedecer, bem como determinados princípios metodológicos a respeitar. As Normas ISO 14041, 14042 e 14043, completam a anterior, especificando diferentes fases da sua implementação. Os textos apresentados não podem ser considerados definitivos, mas apenas etapas que poderão vir a ser corrigidas e/ou complementadas.

O propósito inicial deste capítulo centra-se, portanto, no problema dos impactos gerados pelo produtos, considerados no seu todo, no seguimento da filosofia da análise dos Ciclos de Vida (*Life cycle analysis-LCA*), iniciada nos EUA nos anos 60, e cuja filosofia é resumida na expressão "Do berço à tumba". Nessa análise eram contabilizados os consumos e os impactos produzidos, na sequência do fabrico de um dado produto, englobando a extracção das matérias-primas, o fabrico dos materiais produzidos, a sua utilização, os transportes, associados a todas as fases do seu ciclo de vida e a gestão dos resíduos produzidos, bem como o seu destino final.

Como exemplos de ACV, realizados nos EUA no período de 1969-1990, apresentam-se alguns dos tipos de análises efectuadas, sendo de destacar a importância do sector das bebidas (cervejas e refrescos), dos produtos de limpeza, produtos descartáveis e embalagens em geral.

As aplicações que as indústrias procuravam nesses estudos eram essencialmente a identificação de novas metodologias, tendo em vista a redução do uso de recursos e o controlo da geração de resíduos. Para atingirem esses objectivos, as ACV permitiam avaliar e comparar produtos e processos já existentes e projectar novos produtos e processos. A consciência generalizada da problemática ambiental e da necessidade de gestão de resíduos, de outro modo tendencialmente crescentes para além de um controlo compatível com as possibilidades, levou a buscar nesta ferramenta um instrumento de política que permitia igualmente repensar a base da rotulagem dos novos produtos, atraindo o consumidor e respeitando as crescentes restrições legais.

No "ISO Guide 64", publicado em 1998, esses propósitos são claramente assumidos, ao afirmar-se: *"Every product has some impacts on the environment during its manufacture, distribution, use or disposal. These impacts may range from slight to significant; they may be short-term or long-term; and they may occur at global, regional or local level. Provisions in product standard may have a significant influence on the extend of these environmental impacts"*.

### 10.2. Princípios de uma ACV – Norma ISO 14040:1997 (E)

As normas, que servem de base ao estabelecimento e à implementação de uma determinada ACV, são fundamentalmente duas, a ISO 14040 e a ISO 14041, destinando-se a primeira à definição dos princípios gerais desta metodologia e a segunda à fixação dos objectivos tidos em vista, incluindo a área abrangida e a análise do inventário.

Em resumo, pode, aliás, dizer-se que uma ACV compreende três partes distintas: o inventário do ciclo de vida, a análise de impactos identificados e uma análise de melhorias, ou seja, uma vez identificado e analisado o problema, é essencial tentar melhorar a situação existente, na medida das possibilidades e dos conhecimentos existentes e disponíveis. Esta permanente insatisfação e o desejo de melhoria e progresso continuados, haviam já sido apontados (e expressos graficamente) ao apresentar-se a problemática da Gestão Ambiental.

Tal como nas normas anteriores, o texto é iniciado por um conjunto de definições, de modo a garantir o rigor da exposição. Assim, iremos recordar e adicionar alguns comentários às definições apresentadas na Norma:

- a) **Afectação:** significará a imputação ao sistema de produtos estudados, dos fluxos afluentes ou influentes de um dado processo elementar (ou operação unitária); esta definição é limitada, uma vez que, actualmente, o conceito do objecto foi alargado, incluindo, além dos produtos, processos e serviços de que a empresa ou organização em causa seja responsável;
- b) **Afirmação comparativa:** entendida como sendo uma declaração, em matéria de ambiente, relativa à superioridade ou à equivalência de um determinado produto em relação a outro produto concorrente, que desempenhe a(s) mesma(s) função(ões); tal como em a), o artigo em análise pode ser mais extenso do que um simples produto, englobando processos e serviços;
- c) **Fluxo elementar:** duas definições podem ser consideradas: (1) matéria ou energia que influi no sistema estudado, proveniente do ambiente, sem ter sofrido alterações antropogénicas prévias, ou (2) matéria ou energia que sai do sistema estudado e que é rejeitada no ambiente sem ter sofrido alterações humanas posteriores;
- d) **Aspecto ambiental:** elementos ou componentes das actividades, produtos ou serviços do organismo ou empresa em causa, susceptíveis de se traduzirem em interacções ambientais significativas;
- e) **Unidade funcional:** eficiência quantificada de um sistema de produtos (ou processos ou serviços), que possa constituir uma unidade de referência numa ACV;
- f) **Fluxo de entrada (ou componentes de entrada):** energia ou matérias-primas (ou produtos), que sejam adicionados a uma determinada operação unitária;
- g) **Parte interessada:** indivíduo ou grupo que seja afectado pela eficiência ambiental de um determinado sistema de operações (produtos, processos ou serviços), ou pelos resultados obtidos, quando se efectua uma dada ACV;
- h) **Ciclo de vida:** conjunto de fases consecutivas e interligadas (operações unitárias) de um sistema de extracção e/ou preparação de produtos, incluindo a aquisição de matérias-primas e de equipamentos necessários, bem como a geração, transporte e manipulação de recursos naturais, até à sua utilização final (ou recuperação para os mesmos ou para outros fins) (*vide* Figura 10.1), relativo à definição de um fluxo genérico de materiais e energia numa ACV, e (*vide* Figura 10.2), relativo à identificação de um processo unitário;
- i) **ACV:** compilação e avaliação dos fluxos de entrada e de saída, de materiais e energia, verificados num determinado esquema operacional, bem como dos potenciais impactes ambientais, associados ao ciclo de vida em análise;
- j) **Avaliação do impacte do ciclo de vida:** fase da análise do ciclo de vida, que tem por objectivo interpretar e avaliar a dimensão e a importância dos potenciais impactes ambientais, verificados no contexto das operações nele incluídas;

- k) **Interpretação de um ciclo de vida:** fase da ACV, no decurso da qual os resultados da análise do inventário ou da avaliação do impacto, ou ambos, são combinados de forma coerente com o objectivo pretendido e com os limites definidos para o estudo, de modo a poder daí tirar conclusões e propor recomendações;
- l) **Análise do inventário do ciclo de vida:** fase da ACV que implica a compilação e a quantificação dos fluxos de matéria e de energia, que se podem identificar num determinado sistema operacional de um ciclo de vida específico;
- m) **Fluxo de saída (ou componentes de saída):** energia ou materiais (matérias-primas, produtos finais ou intermediários, resíduos ou desperdícios), que são eliminados a nível de uma determinada operação unitária;
- n) **Realizador:** indivíduo ou grupo de indivíduos que efectuam uma determinada ACV;
- o) **Sistema de produtos (ou de processos, ou de serviços):** conjunto das operações ou processos unitários que se apresentam interligados, dos pontos de vista material e energético, desempenhando, nesse contexto, uma (ou diversas) função(ões) definida(s), de forma integrada e complementar;
- p) **Matéria-prima:** matéria-prima ou secundária, utilizada na construção de um produto, de um processo ou de um serviço;
- q) **Fronteira do sistema:** interface entre o ambiente e um determinado sistema de produtos (processos ou serviços), ou com outros sistemas distintos;
- r) **Transparência:** apresentação aberta, completa e compreensível, das informações relacionadas com cada um desses sistemas;
- s) **Processo elementar (ou operação unitária):** componente separada e distinta do sistema operacional, em relação à qual são recolhidos dados no decurso da ACV (*vide* Figura 10.2);
- t) **Desperdício:** qualquer componente do fluxo de saída, que é eliminado (noção discutível, na medida que qualquer desperdício poderá vir a constituir um co-produto, noutra contexto económico, social ou tecnológico).

Apresentadas que foram as definições relativas aos conceitos básicos em que assenta uma ACV, justifica-se, de acordo com a lógica que preside à Norma ISO 14040, esboçar uma estratégia global respeitante à sua implementação. Como é evidente, mais não é possível do que apresentar um esquema geral que terá de ser adaptado a cada caso concreto. Uma ACV é sempre um caso de espécie, com especificidades próprias que terão de ser tomadas em conta em cada caso distinto. É, pois, numa perspectiva genérica que se tentará apresentar um esquema geral, que não pode ser considerado como um modelo indiscutível, mas tão somente como um esquema indicativo, a respeitar na medida do possível.

# Análise de Ciclo de Vida

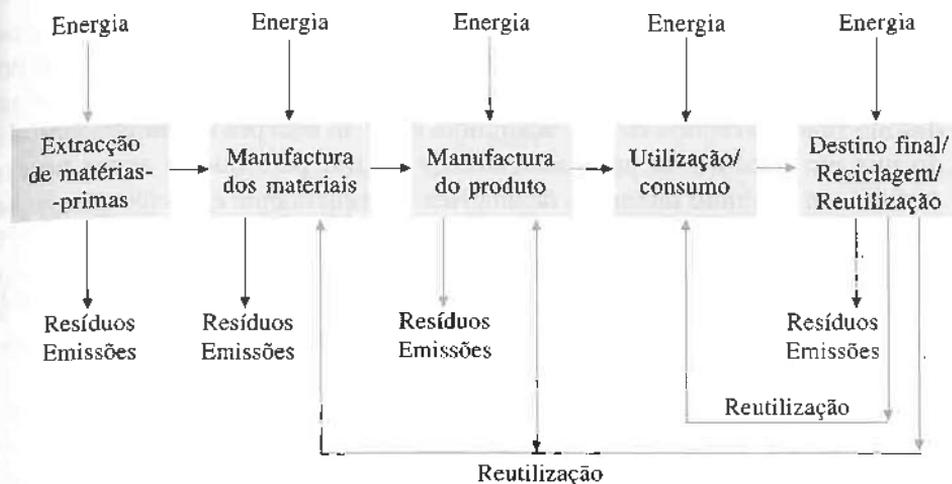


Figura 10.1 – Fluxo genérico de materiais e energia numa ACV



Figura 10.2 – Exemplo de uma operação unitária num sistema operativo (produção, processo ou serviço)

## 10.3. Esquema geral da elaboração de uma ACV

### 10.3.1. Características essenciais de uma ACV

As características essenciais da metodologia a respeitar, aquando da elaboração de uma ACV, são as seguintes:

- As ACV deverão ser realizadas não de forma individual e dispersa, mas sim de forma sistemática, de modo a cobrir os diferentes aspectos ambientais que, num

- sistema de produção de artigos (produtos, processos e serviços) se possam identificar, desde a extracção, transformação e/ou laboração das matérias-primas até ao seu uso e ao fim da sua vida útil, incluindo o impropriamente chamado destino final e eventual recuperação; uma ACV só excepcionalmente cobrirá mais do que um produto de uma determinada fileira, pelo que se torna necessário realizar um conjunto integrado de análises, eventualmente coincidentes, ao menos em parte;
- b) Uma ACV terá, em regra, um carácter limitado no espaço e no tempo, pelo que um estudo detalhado obrigará a um conjunto integrado de análises, que serão variáveis em função dos objectivos em vista e da extensão e limites que lhe forem impostos;
  - c) Um aspecto essencial, que importa respeitar em qualquer ACV, é o que diz respeito à sua transparência metodológica; importa definir com rigor o domínio do estudo e as fronteiras do sistema considerado, as hipóteses em que a análise se baseia, as características e rigor dos dados em que as conclusões se apoiarão, bem como a lógica das conclusões a que for possível chegar; torna-se, por isso, indispensável, para uma correcta valoração dos resultados obtidos, que sejam referidas as origens das bases utilizadas, que terão de ser transmitidas de forma clara e apropriada;
  - d) Importa que, desde o início, sejam tomadas as medidas necessárias para que seja garantida a confidencialidade dos dados utilizados e os direitos de propriedade, quando tal for o caso;
  - e) Uma ACV constitui um estudo com bases científicas indiscutíveis, que não pode ser considerada fechada; deverá estar aberta aos avanços do conhecimento e aos progressos da tecnologia, mesmo que tal signifique lançar dúvidas sobre conclusões aparentemente seguras, obrigando a refazer obras e trabalhos que a "burocracia" tente manter fora de dúvidas que poderão representar novas despesas e trabalhos significativos;
  - f) Os resultados das ACV têm de ser transmitidos ao público, de forma rigorosa, compreensível e atempada; representam alguns dos aspectos da exigência de comunicação que deverá ser transmitida a todos os parceiros interessados, circunstância que deverá, como é lógico, ser considerada muito importante;
  - g) Uma ACV não é o resultado de uma série de decisões prévias, nem obedece a um esquema rígido e inflexível; não existe um fundamento científico indiscutível que permita transformar um conjunto de resultados, por vezes díspares, num valor único, que seja representativo do todo heterogéneo que uma ACV geralmente representa; torna-se necessário estabelecer compromissos, por vezes complexos, aceitar simplificações, por vezes discutíveis. Sem deixar de ser um trabalho; tão rigoroso quanto possível, não representa o resultado inevitável de uma série de análises de rotina, que conduzem inevitavelmente a um resultado expectável;
  - h) Na lógica da alínea anterior, não existe uma metodologia única para a realização de uma determinada ACV; a Norma que estamos analisando deverá ser

entendida como tendencial, dotada da flexibilidade necessária para se adaptar à realidade multivalente dos sistemas ecológicos e das suas interações com as realidades operacionais, às quais procuramos adaptar o esquema teórico que nos é apresentado.

### 10.3.2. Fases de uma ACV

Como foi já referido, uma ACV é constituída por três fases distintas:

- 1) Inventário do ciclo de vida, isto é, definição dos objectivos pretendidos e delimitação das fronteiras do sistema, ou seja, do campo de estudo proposto;
- 2) Análise do inventário atrás estabelecido, com identificação e quantificação dos impactes ambientais previsíveis;
- 3) Avaliação dos impactes observados, orientada para a tentativa de definição de melhorias a introduzir.

A Figura 9.3, adaptada da Norma 14040, tem a vantagem de ser orientada para as melhorias que podem resultar da anterior análise. Destas melhorias, podem destacar-se, sem dúvida, as seguintes:

- a) Desenvolvimento e melhoria dos resultados operacionais, isto é, da qualidade dos produtos, da eficiência dos processos desenvolvidos e das características dos serviços prestados;
- b) Melhoria da planificação estratégica, isto é, das linhas de desenvolvimento a explorar no futuro e dos investimentos a privilegiar;
- c) Melhoramento e clarificação da Política Ambiental da Empresa ou Organização em causa; os princípios que neste domínio têm de ser definidos a nível de uma auditoria podem ser enriquecidos através deste documento, que estabelece uma ligação mais profunda entre a actividade operacional, traduzida pelos produtos, processos e serviços, e o contexto ambiental onde essas actividades se desenrolam. Um ponto crucial, que estabelece uma ligação detalhada entre os aspectos produtivos, globalmente encarados, e a eficiência, tal como a Norma 14031 a define, deve ser realçado. Cada vez mais, os problemas ligados à eficiência ambiental se tornam dominantes, pela necessidade de, por essa via, otimizar a gestão dos recursos e do património ambiental, cada vez mais escassos;
- d) Uma outra faceta da eficiência diz respeito à economia do sistema. Cada vez mais, uma opção economicamente inviável arrisca-se a ser ambientalmente duvidosa, além de não ser possivelmente sustentável. O estudo do ambiente, ou seja, a Ecologia, não pode entrar em discórdia com a gestão desse mesmo ambiente, que designamos por Economia. O recurso a uma ACV é uma das ferramentas da conciliação entre a ecologia e a economia. Num planeta limitado, onde muitos recursos essenciais não são renováveis, a conciliação destes interesses facilmente divergentes é indispensável à sustentabilidade;

entendida como tendencial, dotada da flexibilidade necessária para se adaptar à realidade multivalente dos sistemas ecológicos e das suas interacções com as realidades operacionais, às quais procuramos adaptar o esquema teórico que nos é apresentado.

### 10.3.2. Fases de uma ACV

Como foi já referido, uma ACV é constituída por três fases distintas:

- 1) Inventário do ciclo de vida, isto é, definição dos objectivos pretendidos e delimitação das fronteiras do sistema, ou seja, do campo de estudo proposto;
- 2) Análise do inventário atrás estabelecido, com identificação e quantificação dos impactes ambientais previsíveis;
- 3) Avaliação dos impactes observados, orientada para a tentativa de definição de melhorias a introduzir.

A Figura 9.3, adaptada da Norma 14040, tem a vantagem de ser orientada para as melhorias que podem resultar da anterior análise. Destas melhorias, podem destacar-se, sem dúvida, as seguintes:

- a) Desenvolvimento e melhoria dos resultados operacionais, isto é, da qualidade dos produtos, da eficiência dos processos desenvolvidos e das características dos serviços prestados;
- b) Melhoria da planificação estratégica, isto é, das linhas de desenvolvimento a explorar no futuro e dos investimentos a privilegiar;
- c) Melhoramento e clarificação da Política Ambiental da Empresa ou Organização em causa; os princípios que neste domínio têm de ser definidos a nível de uma auditoria podem ser enriquecidos através deste documento, que estabelece uma ligação mais profunda entre a actividade operacional, traduzida pelos produtos, processos e serviços, e o contexto ambiental onde essas actividades se desenrolam. Um ponto crucial, que estabelece uma ligação detalhada entre os aspectos produtivos, globalmente encarados, e a eficiência, tal como a Norma 14031 a define, deve ser realçado. Cada vez mais, os problemas ligados à eficiência ambiental se tornam dominantes, pela necessidade de, por essa via, otimizar a gestão dos recursos e do património ambiental, cada vez mais escassos;
- d) Uma outra faceta da eficiência diz respeito à economia do sistema. Cada vez mais, uma opção economicamente inviável arrisca-se a ser ambientalmente duvidosa, além de não ser possivelmente sustentável. O estudo do ambiente, ou seja, a Ecologia, não pode entrar em discórdia com a gestão desse mesmo ambiente, que designamos por Economia. O recurso a uma ACV é uma das ferramentas da conciliação entre a ecologia e a economia. Num planeta limitado, onde muitos recursos essenciais não são renováveis, a conciliação destes interesses facilmente divergentes é indispensável à sustentabilidade;



De entre os objectivos usuais de uma ACV, poderão ser destacados especialmente c seguintes:

- a) A identificação das possibilidades de melhoria dos aspectos ambientais ligados aos produtos em análise, nas várias fases do seu ciclo de vida;
- b) A tomada de decisões, pelas indústrias e pelos organismos governamentais e não governamentais, na gestão dos aspectos ambientais envolvidos (por exemplo aspectos da planificação estratégica, estabelecimento de prioridades, concepção e reconcepção de um dado produto, de um dado processo ou de um serviço específico);
- c) Escolha dos indicadores mais pertinentes de eficiência ambiental, incluindo os sistemas de aplicação e os processos de medição dos mesmos;
- d) A comercialização e vertentes de contacto com os consumidores, incluindo a adopção de sistemas de etiquetagem ecológica, de elaboração de declarações ambientais, relativas a um determinado produto, ou a elaboração de certificação dos produtos e/ou serviços.

A Norma ISO 14040 reconhece que a metodologia da ACV se encontra ainda numa fase incipiente, restando um longo e difícil trabalho a percorrer. Para além de um difícil e árduo desenvolvimento conceptual a desenvolver, resta uma prolongada experimentação a efectuar e um longo desenvolvimento pragmático a desenvolver. Importa chamar a atenção para o facto de que os resultados de uma determinada ACV não são os únicos que é possível obter e que estes terão de ser aplicados de forma apropriada, com o possível e necessário rigor.

Para que uma qualquer ACV possa integrar, realmente, todos os problemas ambientais ligados à produção dos artigos em causa, dos serviços que vierem a ser prestados ou dos processos envolvidos nesses sistemas, é essencial assegurar a credibilidade técnica de toda a actuação. Ao mesmo tempo, é necessário garantir a flexibilidade e a capacidade de adaptação do processo. Ao mesmo tempo, importa assegurar a manutenção de uma relação custo-benefício favorável e manter um nível de eficiência satisfatório. Estas condições, são especialmente importantes, quando a ACV está sendo aplicada a PME, ou seja, a sistemas de dimensão reduzida, nos quais a problemática ambiental pode, facilmente, assumir aspectos críticos.

Os domínios de aplicação desta metodologia de Gestão Ambiental terão de ser cuidadosamente definidos, assim como as fronteiras de aplicação do sistema. Estes cuidados têm por objectivo restringir ambiguidades e limitar interacções possíveis. O nível de detalhe aplicado no estudo empreendido dependerá dos objectivos pretendidos e das aplicações que se tem em vista. É indispensável ter em conta que a profundidade e a amplitude das ACV não são homogéneas, podendo divergir acentuadamente, em função das matérias consideradas e dos objectivos pretendidos.

Estas possíveis divergências têm de ser atentamente consideradas, de modo a minimizar diferenças entre as conclusões a que se poderá chegar, assegurando a maior transparência possível. Daí a importância desta Norma, não pela metodologia envolvida,

mas como forma de uniformizar, tanto quanto possível, o enquadramento dos diferentes problemas envolvidos e garantir que serão seguidos, na análise de todos os problemas estudados, os mesmos princípios deontológicos e científicos.

A ACV é, como sabemos, apenas uma das diversas metodologias de Gestão Ambiental a que podemos recorrer. Com efeito, poderemos, por exemplo, realizar análises de riscos seguindo metodologias diversas, como as preconizadas pela OMS, pela FAO ou pela *Food and Drug Administration* (FDA). Podemos também realizar auditorias diversas, cobrindo sectores muito diversificados, recorrendo a meios analíticos, de sofisticação muito variada. É também possível realizar estudos de impacte ambiental (EIA), cujo rigor poderá ser muito diverso e que permitam tirar conclusões de amplitude muito diversa, quanto às conclusões que nelas se podem apoiar. Não esqueçamos que, em princípio, as ACV não englobam aspectos sociais ou económicos, enquanto que nos EIA eles são, por norma, essenciais. E, na realidade do nosso quotidiano, estes aspectos são da maior importância.

De qualquer modo, nesta apresentação genérica das ACV, importa chamar a atenção para algumas limitações que lhes são inerentes, que não podem, logicamente, deixar de ser citadas e integradas na sua discussão. Todas as metodologias apresentam limitações, que importa pôr em destaque nesta fase da análise do problema. Neste caso, importa, de entre elas, destacar as seguintes:

- a) A natureza das hipóteses relativas à ACV, pode ser subjectiva; referimo-nos, concretamente, ao estabelecimento das fronteiras do sistema, à escolha das origens de dados a que vamos recorrer e às categorias de impactes que podem resultar das acções desencadeadas;
- b) Importa ter em conta que os modelos utilizados para realizar os inventários, ou para avaliar os impactes ambientais, são limitados; pode, por isso, verificar-se que não se encontram disponíveis todos os impactes potenciais possíveis, nem se concretizam todas as suas aplicações. Estamos, como foi dito, perante uma realidade subjectiva. Além disso, nem todos os casos que vamos deduzir da aplicação da ACV correspondem a casos reais e possíveis; há, portanto, por um lado, uma característica subjectiva no processo e, por outro lado, uma característica objectiva dos resultados, que podem não ser coincidentes com os anteriores;
- c) Os resultados das ACV, centrados em problemas globais e regionais, podem não ser aplicáveis às condições locais, isto é, podem não corresponder às situações globais ou regionais, que admitimos por hipótese, na monitorização. Importa, por isso, associar as duas vertentes e garantir que as conclusões obtidas são aplicáveis às situações reais em estudo;
- d) A precisão dos estudos da ACV, pode ser limitada pela acessibilidade dos dados correspondentes; significa isto que podem existir situações em que a qualidade dos dados não se coaduna com a natureza dos problemas em apreciação. Podem, na realidade, verificar-se lacunas nos dados disponíveis, existir tipo de dados diferentes entre si, ocorrer situações de agregação de dados que não sabemos distinguir ou utilizar-se médias e medianas, cujo significado pode ser ambíguo. Torna-se necessário, portanto, recorrer à especificidade do local, não sendo válida uma apreciação genérica;

- e) A ausência do conhecimento da dimensão espacial e temporal dos dados do inventário, utilizados para a avaliação dos impactos, é uma causa de incerteza quanto aos resultados desses mesmos estudos; esta incerteza varia com as características espaciais e com as categorias temporais de cada uma das situações. Varia, por isso, necessariamente, em função de cada uma das categorias de impacto em estudo.

Em geral, convém utilizar as informações desenvolvidas no estudo de análise do ciclo de vida dentro de uma perspectiva global, de modo a identificar e compreender as alterações que aí podem ocorrer. Só é possível comparar os resultados dos diferentes estudos, quando eles são compatíveis entre si. Por razões de transparência, as hipóteses em que nos baseamos têm que ser idênticas e deverão ser explicitamente indicadas. Significa isto que podem dispor-se de situações para as quais a compatibilidade não existe e os universos de dados não são comparáveis entre si. Consequentemente, podemos encontrar-nos perante uma situação de inaplicabilidade dos resultados obtidos, por mais atraentes que eles possam parecer. Sem querer enegrecer a realidade, há que manter as exigências de rigor, para que a aplicação da metodologia não venha a ser posta em causa.

A presente norma internacional, fornece, portanto, os princípios que definem o quadro no qual a metodologia pode ser aplicada. Define, além das exigências metodológicas que é necessário respeitar, os outros detalhes respectivos às metodologias que serão apresentadas pelas outras Normas internacionais complementares, isto é, pela ISO 14041, pela ISO 14042 e pela ISO 14043. Estas são relativas às diferentes fases de análise, que temos de percorrer na realização de uma ACV, ou seja, descrevem as metodologias a seguir na sua implementação prática.

A presente norma, tal como todas as outras elaboradas pela ISO, não pode ser utilizada para criar barreiras, comerciais, tarifárias ou outras, ou para aumentar e/ou modificar as obrigações legais a que um determinado organismo está submetido. O seu objectivo específico é o estudo da Gestão Ambiental. Todos os outros assuntos, que podem complicar a situação (por razões burocráticas ou outras) devem ser eliminados.

### 10.3.4. ACV – princípios e enquadramento genérico

#### 10.3.4.1. Domínio de Aplicação

A Norma ISO 14040 especifica, como já foi referido, o enquadramento genérico e os princípios gerais a que obedece a realização de uma ACV e a comunicação desses estudos.

À semelhança das restantes Normas da Série 14000, o texto é iniciado pela apresentação de um conjunto de definições, consideradas úteis e necessárias para os fins em vista. Correndo o risco de passar por cima de algumas definições consideradas necessárias por alguns dos leitores, iremos transcrever as que em nosso entender se justificam, remetendo, para outros capítulos, outras definições.

### 10.3.4.2. Descrição geral de uma ACV

#### a) Características essenciais da análise de uma ACV

Uma ACV envolve o estudo de uma série de operações unitárias já anteriormente definidas e representadas esquematicamente na Figura 10.2. A coordenação das diferentes operações unitárias conduzem ao esquema da Figura 10.3, que engloba o ciclo de vida "do berço ao túmulo".

Convém que as ACV examinem, de forma sistemática e detalhada, todos os aspectos ambientais dos sistemas de produção, de prestação de serviços e de processos, desde a aquisição de matérias-primas até à eliminação de resíduos. É importante tomar em conta que os aspectos de pormenor e o quadro temporal em que uma ACV se desenvolve variam de forma significativa em função do objectivo e do domínio de estudo no qual se desenrolam. É necessário que as condições sejam descritas com detalhe, tal como a qualidade dos dados e as metodologias aplicadas e que os resultados apresentados sejam transparentes e coerentes.

Alguns dos aspectos essenciais desta metodologia dizem respeito à descrição dos dados coligidos, das metodologias aplicadas e dos resultados obtidos, bem como à definição do domínio de estudo, de modo a garantir a transparência e compreensão do processo. Um dos aspectos que, neste domínio, convém referir diz respeito à confidencialidade dos dados recolhidos e ao respeito pelos direitos de propriedade intelectual; um outro aspecto importante é o que diz respeito aos progressos científicos obtidos recentemente e às melhorias tecnológicas expectáveis. De tudo isso, deverá ser garantido o conhecimento público e adequada divulgação.

#### b) Definição do objectivo e do domínio de actuação

O objectivo e o domínio de actuação de uma ACV deverão ser claramente definidos e coerentes com a aplicação pretendida, pelo que estes aspectos terão de ser expostos sem ambiguidade, indicando as razões que levaram à escolha daquele tema, qual o público visado e quais os meios previstos para a divulgação dos resultados obtidos.

Para que tal seja possível, a definição dos limites a respeitar no estudo que será empreendido deverá ter em conta e descrever, com o possível rigor, os seguintes elementos:

- As funções existentes nos sistemas de produtos, de processos ou de serviços, que estão em causa, bem como de situações comparativas, se tal for o caso;
- As operações unitárias ou unidades funcionais existentes;
- O sistema de produtos, de processos ou de serviços, a considerar;
- As fronteiras dos sistemas englobados na ACV;
- As regras de afectação, que importa respeitar e considerar;
- Os tipos de impactes previsíveis, bem como as metodologias de avaliação a que se irá recorrer na sua caracterização e/ou quantificação, bem como as regras a que se recorrerá para a sua posterior interpretação;

- As exigências impostas quanto à representatividade e ao rigor dos dados acumulados, para posterior análise crítica e interpretação integrada;
- As hipóteses de trabalho que serão *a priori* aceites;
- As limitações que serão aceites nos trabalhos a desenvolver;
- As exigências iniciais colocadas quanto à qualidade dos dados seleccionados (que deverá estar de acordo com o fixado na alínea g);
- O tipo de revisão crítica que será imposta aos mesmos, caso não se possa aplicar o previsto nas alíneas g) e j);
- O tipo e o formato que serão impostos ao relatório específico a elaborar no estudo em causa.

Torna-se necessário que o domínio do estudo esteja perfeitamente definido, de modo a garantir que a amplitude, a profundidade e o detalhe do estudo sejam compatíveis com os objectivos pretendidos.

O esquema proposto será, como já se referiu (mas se julga pertinente insistir), interactivo. A diversidade das situações reais é tão grande, que se torna necessário uma abertura de espírito, digamos total, de modo a saber adaptar os princípios gerais à diversidade ambiental e operacional, com que no quotidiano nos deparamos. As funções do sistema deverão, por isso, ser claramente especificadas, de modo a assegurar a eficiência do funcionamento dos fluxos emitidos pelo sistema em causa.

O objectivo fundamental de um sistema deste tipo será o de servir de referência àqueles a que se encontra ligado, de modo a assegurar a compatibilidade dos resultados de uma qualquer ACV. Torna-se necessário assegurar a comparabilidade dos resultados obtidos, em especial quando se procura, através deste processo, assegurar que as avaliações e intercomparações entre os diferentes sistemas se efectuam sobre uma base comum. Este será o ponto crítico do sistema, garante da validade das conclusões que se podem obter, dentro das fronteiras desde o início definidas.

### c) Fronteiras do sistema

Um dos aspectos fulcrais de uma ACV é a definição das respectivas fronteiras, na medida em que por essa via se delimitam os componentes do sistema, no seu aspecto activo e passivo. Com efeito, a delimitação das fronteiras é essencial, no que respeita à definição dos constituintes do sistema, no seu aspecto activo, bem como às características das interfaces e dos fenómenos daí decorrentes. Esses processos são fundamentais no que respeita às interacções entre o exterior e o interior do sistema, às limitações e restrições ligadas aos processos de transferência e às especificidades que se podem verificar nessa(s) zona(s).

É deste modo que se podem definir os critérios que presidem à entrada e à saída dos fluxos, imergentes e emergentes, de matéria e de energia, contribuindo, assim, de forma decisiva, para a compatibilidade dos dados e para uma modelização tão homogénea quanto possível do conjunto de dados e de processos aí decorrentes.

Este ponto conduz à possível e necessária definição das exigências relativas à qualidade dos dados, com os quais iremos genericamente trabalhar, os quais devem satisfazer globalmente os seguintes aspectos:

- Compatibilidade no que respeita aos factores temporais;
- Homogeneidade no que se refere aos aspectos geográficos;
- Compatibilidade no que se refere aos aspectos tecnológicos;
- Identidade no que se refere à precisão, representatividade e cobertura total da realidade descrita;
- Coerência e reprodutibilidade das metodologias utilizadas em todo o ciclo de vida;
- Identidade de origem e representatividade dos dados;
- Incerteza associada às informações recolhidas.

Para que as conclusões, recolhidas de uma determinada ACV, possam ser aceites, pelas partes envolvidas ou interessadas, é indispensável que a qualidade dos dados esteja acima de quaisquer suspeitas. Esta condição é igualmente indispensável para que se possam considerar comparáveis os resultados obtidos entre diferentes sistemas, intra e especialmente extra fronteiras de uma ou mais ACV. Essas comparações obrigam à existência e uso de uma mesma unidade funcional e à identidade e/ou semelhança das metodologias aplicadas.

Quando se pretende que tais avaliações possam ser divulgadas, torna-se necessária o respeito pelas restantes Normas ISO 14041/3, como será referido posteriormente.

#### d) Análise do inventário da ACV

A análise do inventário destina-se à colecta de dados e aos processos de cálculo, destinados a quantificar os fluxos de materiais e de energia, que emergem e imergem do sistema em análise. Esses fluxos podem incluir a utilização de diversos recursos e resíduos, provenientes dos vários compartimentos (solo, terra, ar, água e biota) dos ecossistemas, associados ao sistema. Podem, a partir deles, ser efectuadas diferentes interpretações do significado desses dados, em função dos objectivos que temos em vista. Estes dados constituem também a base da avaliação dos impactes gerados por esse ciclo de vida.

A realização de uma qualquer análise de inventário é, em todos os casos, um processo iterativo. Com efeito, à medida que os dados são obtidos e que o sistema vai sendo melhor conhecido, vão emergindo novas exigências e limitações, no que respeita aos dados identificados e aos cuidados a ter na sua recolha. Como é evidente, os dados quantitativos e qualitativos que estão incluídos naquele inventário deverão ser recolhidos nos limites das fronteiras do sistema. Isso não obsta para que os processos operatórios utilizados não sejam variáveis, em função do domínio de estudo, do processo elementar em causa e dos objectivos tidos em vista.

A recolha de dados pode constituir um processo pesado, em termos dos meios por ele mobilizados, sendo conveniente ter em conta os constrangimentos práticos associados a esta metodologia e inscrevê-los no relatório elaborado. De entre estes, convém ter em conta, com especial atenção, as regras de afectação e o cálculo dos fluxos de energia.

As regras de afectação são necessárias em sistemas nos quais sejam introduzidos produtos múltiplos, como, por exemplo, na produção de derivados alimentares obtidos a partir de uma mesma matéria-prima. Os fluxos de matéria e de energia gerados, bem como os diversos resíduos e emissões libertadas para o ambiente, deverão ser distribuídos pelos diversos produtos de forma clara e bem justificada. No que se refere aos fluxos de energia, haverá que ter em conta os diferentes combustíveis e fontes de electricidade usadas, assim como a eficiência observada na conversão e distribuição dos fluxos energéticos, bem como as entradas e saídas associadas à geração e à utilização desses mesmos fluxos.

#### e) Avaliação do impacte de uma ACV

A fase da avaliação dos impactes potenciais resultantes de uma ACV consiste na estimativa dos mesmos, com base nos dados obtidos na alínea d). O processo, a que se recorre em geral, baseia-se na associação dos dados do inventário a impactes ambientais específicos, acompanhado de uma tentativa de compreensão daqueles impactes. O detalhe desta análise, a escolha dos impactes avaliados e a metodologia adoptada, dependem do caso concreto em estudo.

Pode, deste modo, iniciar-se um processo iterativo, tendente à verificação do facto de os objectivos fixados terem sido ou não satisfeitos, ou à conclusão da necessidade de fixação de novos objectivos. Esta fase pode incluir determinados elementos, tais como:

- **Classificação:** atribuição dos dados de inventário a diferentes categorias de impacte;
- **Caracterização:** modelização daqueles dados no quadro das categorias de impacte;
- **Ponderação:** agregação possível dos resultados em casos muito específicos, no caso desse exercício ser significativo.

O enquadramento metodológico e científico da avaliação do impacte está em vias de desenvolvimento, encontrando-se os modelos das diferentes categorias de impacte em estádios de desenvolvimento diferentes. Não existem ainda metodologias gerais, nem processos de associação de dados coerentes e precisos. A fase da avaliação dos impactes contém ainda uma larga subjectividade, quanto às escolhas metodológicas adequadas. O critério básico que se aconselha será, portanto, o da transparência, de modo a maximizar a compatibilidade dos processos e a intercomunicabilidade das partes interessadas.

### f) Interpretação da ACV

É durante a fase da interpretação da ACV que são combinados os resultados da análise do inventário e da avaliação dos impactes. Os resultados dessa interpretação podem assumir a forma de conclusões e/ou de recomendações aos decisores, em coerência com os objectivos pretendidos e o domínio de aplicação da ACV.

A fase da interpretação pode desencadear um processo iterativo de revista e revisão da área abrangida pela ACV, bem como pela natureza e qualidade dos dados recolhidos durante o estudo. Convém que os resultados desta fase reflectam os resultados da análise de sensibilidade que deverá ter sido efectuada.

As decisões e acções desenvolvidas à luz deste estudo podem integrar os resultados ambientais resultantes da fase anterior. Contudo, as decisões e acções situam-se fora da fase de decisão, uma vez que têm de tomar em conta, por exemplo, a eficiência técnica e os aspectos económicos e sociais.

### g) Comunicação

Os resultados de uma ACV devem ser transmitidos de forma equitável, completa e precisa, ao público interessado. O tipo e o formato do relatório deverão ser fixados na fase de definição do domínio do estudo. Os resultados, dados, métodos, hipóteses e limitações, devem ser transparentes e apresentados de forma suficientemente detalhada, de modo a permitir ao leitor compreender os complexos compromissos que fazem parte de uma ACV. O relatório deve igualmente permitir a utilização de forma coerente dos resultados e conclusões do estudo.

Quando os resultados tiverem de ser comunicados a uma terceira parte, isto é, a uma parte interessada outra que o comanditário ou o realizador do estudo, um relatório deverá ser elaborado com esse propósito. Esse relatório constitui um documento de referência e deverá pôr à disposição dessa terceira parte toda a informação disponível.

Esse relatório deverá incluir as partes seguintes:

#### a) Aspectos gerais:

- Indicação do comanditário e realizador da ACV (interno e externo);
- Data do relatório;
- Indicação precisando que o estudo foi realizado em conformidade com a presente Norma internacional.

#### b) Definição do objectivo e domínio do estudo.

- #### c) Análise do inventário do ciclo de vida: colecta dos dados e das metodologias de cálculo.

- d) Avaliação do impacto do ciclo de vida: metodologia e resultados da avaliação do impacto que foram realizados.
- e) Interpretação do ciclo de vida:
- Resultados;
  - Hipóteses e limitações associadas à interpretação dos resultados, quanto à metodologia e aos dados;
  - Avaliação da qualidade dos dados.
- f) Revisão crítica:
- Nome e filiação dos participantes;
  - Relato das revisões críticas;
  - Respostas às recomendações.

Em caso das afirmações comparativas, devem igualmente ser incluídas as seguintes questões no relatório:

- a) Análise dos fluxos de matérias e de energia, para justificar a sua inclusão ou a sua exclusão;
- b) Avaliação da precisão, do carácter completo dos dados utilizados e da sua representatividade;
- c) Descrição da equivalência dos sistemas comparados de acordo com a metodologia indicada na alínea c) “Fronteiras do Sistema”;
- d) Descrição do processo de revisão crítica.

### 10.3.4.3. Casos concretos

Tivemos já oportunidade, no capítulo “Auditorias de Resíduos”, de apresentar dados respeitantes a uma unidade de concentrado de tomate, de estabelecer os fluxos de materiais e de energia e de os quantificar. Seguindo a mesma perspectiva, apresentam-se exemplos práticos na segunda parte deste volume.

A realização de estudos concretos de ACV data dos anos 70, sendo possível recordar exemplos de estudos solicitados por algumas das mais conhecidas empresas norte-americanas.

O reaparecimento das ACV, nos EUA e na Europa, verificou-se em força na década de 90, com uma componente ecológica reforçada. Além dos aspectos ligados à vertente da construção e da eficiência, em termos de engenharia, ganhou progressiva importância a vertente ecológica. Digamos que, para além dos aspectos ligados à gestão dos recursos naturais e do consumo energético, passou a ser dominante a prevenção dos aspectos ambientais. Importa fazer mais com menos recursos e, ao mesmo tempo, com menores custos energéticos.

Cliente	Analista	Produto	Ano
Coca-Cola	MRI	Contentores de bebidas	1969
EPA	MRI	Contentores de bebidas	1974
SPI	MRI	Plásticos	1974
Unknown	MRI	Contentores de cerejas	1974
Goodyear	Franklin	Contentores de refrescos	1978
Procter & Gamble	Franklin	Embalagens de detergentes para roupa	1988
Procter & Gamble	Franklin	Agentes tensoactivos	1989
Unknown	Franklin	Sistemas de distribuição de refrescos	1989
American Paper Institute	Franklin	Roupa e fraldas descartáveis	1990
Council for Solid Waste Solutions	Franklin	Espuma de poliestireno e papel branqueado	1990
Council for Solid Waste Solutions	Franklin	Sacos de mercearia	1990
Council of State Governments	Tellus	Embalagens	1991
National Association of Diaper Services	Lehrberger & Jones	Fraldas	1991
Vinyl Institute	Chem Systems	Embalagens de vinilo	1991
Procter & Gamble	Franklin	Produtos de limpeza de superfícies duras	1992
Procter & Gamble	A.D. Little	Roupa e fraldas descartáveis	1990

Quadro 10.1 – Avaliação de Ciclos de Vida nos EUA.

### 10.3.5. Revisão crítica

A validação de uma ACV é realizada recorrendo à denominada revisão crítica, a qual visa garantir os aspectos seguintes:

- Os métodos utilizados na realização de uma ACV são coerentes com os prescritos na presente Norma internacional, sendo válidos do ponto de vista técnico e científico;
- Os dados a que se recorre são apropriados e razoáveis no que se refere ao objectivo em vista;
- As interpretações reflectem as limitações reconhecidas previamente e o objectivo do estudo;
- O relatório elaborado é transparente e coerente.

Na medida em que a presente Norma não especifique exigências relativas aos objectivos ou às utilizações que serão pretendidas numa ACV, a revisão crítica não pode validar os objectivos pretendidos pela ACV, nem as utilizações que virão a ser

utilizadas das conclusões tiradas da ACV efectuada. O domínio, e o tipo da revisão crítica efectuado, deverá ser definido previamente à realização do estudo.

Essa revisão crítica pode facilitar a interpretação dos resultados obtidos e reforçar a sua credibilidade, na medida em que pode implicar as partes interessadas. A utilização dos resultados duma ACV, como base de apoio de afirmações comparativas nela contidas, levanta problemas específicos e torna necessária a validação dos resultados. Com efeito, esta aplicação irá afectar efectivamente as partes interessadas exteriores à ACV. Com o objectivo de limitar os possíveis mal entendidos, ou os eventuais efeitos negativos sobre quaisquer das partes interessadas, as revisões críticas deverão ser sempre efectuadas quando os resultados obtidos servem de base a afirmações comparativas. Contudo, importa não esquecer que a realização dessa revisão crítica não implica a validade de uma qualquer afirmação comparativa baseada sobre uma ACV, de que é apenas um componente que não é essencial em si mesmo e de forma autónoma.

Se se pretende que uma ACV venha a ser submetida a uma revisão crítica, é conveniente que o seu domínio de aplicação seja definido desde o início, ao fixar-se o objectivo e o domínio do estudo que se irá realizar. A realização da revisão crítica deverá ser desde logo justificada, definindo-se o respectivo domínio, bem como as pessoas envolvidas no processo. Acordos de confidencialidade deverão, caso julgado necessário, ser integrados neste ponto.

Uma revisão crítica pode ser efectuada internamente. Nesse caso, deverá ser realizada por um perito interno e independente da ACV em curso, cuja competência no domínio não seja posta em causa. A entidade encarregada de realizar a ACV elaborará a declaração em causa, devendo depois ser examinada, e reelaborada se necessário, por um perito interno independente. Esta declaração deverá ser incluída no relatório da ACV.

Outra alternativa é a elaboração da revisão crítica por um perito externo, que seja também independente da ACV em causa, e que, tal como no caso anterior, disponha de preparação e competência para o assunto. Do mesmo modo, uma declaração deverá ser elaborada pelo responsável pela ACV, sendo depois examinada por um perito externo e independente, que a poderá modificar caso considere necessário. Todos estes documentos deverão ser incluídos no relatório da ACV.

Um perito externo e independente, escolhido pelo comanditário do estudo inicial, poderá funcionar como presidente da comissão de redacção. Tendo por base o objectivo do estudo, o seu domínio de aplicação e o orçamento disponível, o presidente escolherá os outros participantes, qualificados e independentes. A comissão pode incluir outras partes interessadas quando as mesmas possam ser afectadas pelas conclusões do relatório (agências governamentais e não governamentais, empresas concorrentes, etc.). Todos os documentos produzidos deverão ser incluídos no relatório final.

utilizadas das conclusões tiradas da ACV efectuada. O domínio, e o tipo da revisão crítica efectuado, deverá ser definido previamente à realização do estudo.

Essa revisão crítica pode facilitar a interpretação dos resultados obtidos e reforçar a sua credibilidade, na medida em que pode implicar as partes interessadas. A utilização dos resultados duma ACV, como base de apoio de afirmações comparativas nela contidas, levanta problemas específicos e torna necessária a validação dos resultados. Com efeito, esta aplicação irá afectar efectivamente as partes interessadas exteriores à ACV. Com o objectivo de limitar os possíveis mal entendidos, ou os eventuais efeitos negativos sobre quaisquer das partes interessadas, as revisões críticas deverão ser sempre efectuadas quando os resultados obtidos servem de base a afirmações comparativas. Contudo, importa não esquecer que a realização dessa revisão crítica não implica a validade de uma qualquer afirmação comparativa baseada sobre uma ACV, de que é apenas um componente que não é essencial em si mesmo e de forma autónoma.

Se se pretende que uma ACV venha a ser submetida a uma revisão crítica, é conveniente que o seu domínio de aplicação seja definido desde o início, ao fixar-se o objectivo e o domínio do estudo que se irá realizar. A realização da revisão crítica deverá ser desde logo justificada, definindo-se o respectivo domínio, bem como as pessoas envolvidas no processo. Acordos de confidencialidade deverão, caso julgado necessário, ser integrados neste ponto.

Uma revisão crítica pode ser efectuada internamente. Nesse caso, deverá ser realizada por um perito interno e independente da ACV em curso, cuja competência no domínio não seja posta em causa. A entidade encarregada de realizar a ACV elaborará a declaração em causa, devendo depois ser examinada, e reelaborada se necessário, por um perito interno independente. Esta declaração deverá ser incluída no relatório da ACV.

Outra alternativa é a elaboração da revisão crítica por um perito externo, que seja também independente da ACV em causa, e que, tal como no caso anterior, disponha de preparação e competência para o assunto. Do mesmo modo, uma declaração deverá ser elaborada pelo responsável pela ACV, sendo depois examinada por um perito externo e independente, que a poderá modificar caso considere necessário. Todos estes documentos deverão ser incluídos no relatório da ACV.

Um perito externo e independente, escolhido pelo comanditário do estudo inicial, poderá funcionar como presidente da comissão de redacção. Tendo por base o objectivo do estudo, o seu domínio de aplicação e o orçamento disponível, o presidente escolherá os outros participantes, qualificados e independentes. A comissão pode incluir outras partes interessadas quando as mesmas possam ser afectadas pelas conclusões do relatório (agências governamentais e não governamentais, empresas concorrentes, etc.). Todos os documentos produzidos deverão ser incluídos no relatório final.

## 10.4. Norma ISO 14041:1997(E)

### 10.4.1. ACV – definição do objectivo, do domínio do estudo e da análise do inventário

No ponto anterior foram referidas, como fases obrigatoriamente incluídas numa ACV, a definição do objectivo pretendido e a análise do inventário dos dados que é necessário recolher no âmbito daquela operação.

A primeira daquelas fases é importante na medida em que clarifica as razões que determinaram a decisão que desencadeou a citada ACV, justifica a aplicação prevista dos dados obtidos e descreve o sistema e a natureza dos dados que serão objecto de estudo, sem esquecer a definição da área geográfica envolvida e o horizonte temporal considerado.

A análise do inventário dos dados permite especificar quais os dados que são necessários recolher para que a ACV seja possível, dados esses que englobam fundamentalmente a especificação da natureza e dos quantitativos dos fluxos de materiais e de energia que entram e que saem do sistema em causa.

Quando se efectua a interpretação desse inventário, os dados serão avaliados quer em função dos objectivos visados e do domínio considerado, quer da recolha de dados suplementares que foi necessário efectuar, quer de ambos. Esta fase permite também, em geral, identificar e compreender com maior rigor quais os dados importantes a transmitir, de que maneira e a quem. Importa salientar ainda que esta fase incide sobre a definição dos fluxos de entrada e de saída mas não sobre os impactes associados, que deverão ser identificados e avaliados de outro modo.

A Norma ISO 14041 pode ser aplicada essencialmente para os seguintes fins:

- a) Permitir aos gestores uma visão sistemática e integrada dos sistemas de produtos, serviços ou processos interconectados, que lhes cabe gerir;
- b) Definir os objectivos e os domínios dos estudos a efectuar, para concretizar (e eventualmente modelizar) quais os sistemas a analisar, orientando a colecta de dados e a utilização possível dos resultados obtidos no decurso de uma ACV;
- c) Estabelecer uma base de referência para uma avaliação do comportamento e da eficiência ambiental de um sistema de produtos, serviços ou processos, expresso em quantitativos de energia consumida ou de matérias-primas utilizadas; permite também a definição da importância das emissões verificadas, para a atmosfera, para o solo e para a água, quer no seu conjunto quer por operação unitária ou por unidade específica;
- d) Identificar quais os produtos, serviços ou processos (individuais ou globais) que são responsáveis por emissões mais significativas e/ou mais perigosas, em relação às quais intervenções minimizadoras sejam mais necessárias e justificadas;
- e) Fornecer os dados que, posteriormente, possam ser necessários para a definição de critérios associados à atribuição de etiquetas ou rótulos ambientais;

- f) Permitir a definição de opções políticas do organismo em causa, por exemplo, no que se refere à política de aquisições ou de investimentos.

A Norma ISO 14041 complementa a norma ISO 14040, no que se refere à sua implementação prática, para o que, seguindo a estrutura das outras normas, é iniciada pela apresentação de algumas definições de termos específicos. De entre eles, destacam-se os seguintes:

- a) **Produto auxiliar:** material que entra num processo elementar determinado mas não fazendo parte do produto propriamente dito (por exemplo, um catalisador);
- b) **Co-produto:** qualquer um de dois ou mais produtos utilizados na mesma operação unitária;
- c) **Qualidade dos dados:** características dos dados, no que respeita à forma como respondem às exigências definidas;
- d) **Energia de alimentação:** energia térmica fornecida ao produto pela combustão de matérias-primas que não devam ser utilizadas como fonte de energia, expressas em termos de poder calórico superior ou inferior;
- e) **Produto final:** produto (ou serviço ou processo) que não necessita de transformação posterior para poder ser utilizado;
- f) **Emissão fugitiva:** emissão não controlada que se escapa para o ar, para a água e para o solo (por exemplo, material que escapa de uma ligação não estanque da canalização);
- g) **Produto intermediário:** produto (ou serviço ou processo) que, entrando ou saindo a nível de uma dada operação unitária, necessita de uma transformação posterior;
- h) **Energia do processo:** quantidade de energia necessária, numa determinada operação unitária, para desenvolver ou fazer funcionar o equipamento correspondente, com exclusão das entradas de energia associadas à produção e distribuição dessa mesma energia;
- i) **Diagrama de fluxos de referência:** diagrama contendo caixas mapeadas, interligadas por linhas indicativas do sentido de deslocação, que definem o sistema global e as inter-relações entre os diferentes processos unitários;
- j) **Análise de sensibilidade:** processo sistemático de estimativa dos efeitos verificados nos resultados em função dos métodos e dados disponíveis;
- k) **Análise de incerteza:** processo sistemático permitindo quantificar a incerteza introduzida nos resultados do inventário de uma determinada ACV, pelos efeitos cumulativos das incertezas verificadas nas entradas de produtos e resultantes da variabilidade dos dados; esta análise é baseada, quer nas gamas, quer na probabilidade de distribuição dos valores considerados.

Uma ACV tem de ter por base um diagrama que represente o conjunto dos processos elementares nele incluídos, conjuntamente com a indicação dos produtos intermédios formados e das suas inter-relações. A Figura 10.4 pode servir de exemplo de um sistema

desse tipo, no qual o objectivo central é o da definição dos produtos, serviços ou processos finais, muito embora seja necessário nele inserir igualmente os diferentes fluxos de entrada e de saída com eles interconectados.

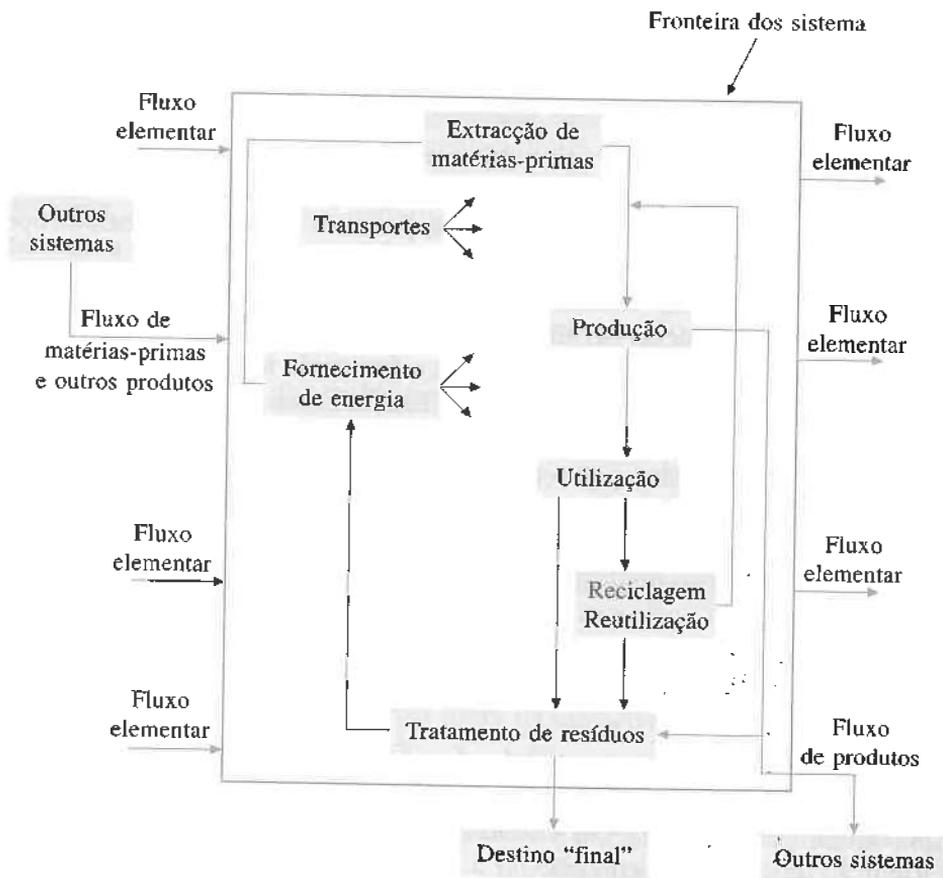


Figura 10.4 – Adaptado da Norma ISO 14041

O facto de cada operação unitária constituir um sistema físico independente, implica que cada um deles obedeça aos princípios de conservação da energia e da massa, podendo recorrer-se aos respectivos balanços parciais para verificar a sua validade e controlar os balanços finais.

Os dados necessários à elaboração de uma ACV podem classificar-se em três categorias distintas, já anteriormente referidas por diversas vezes e a vários títulos:

- 1) Fluxos de entrada, representados pela energia, matérias-primas, produtos auxiliares e outros materiais utilizados;
- 2) Produtos finais;
- 3) Emissões libertadas para a atmosfera, efluentes líquidos, materiais descarregados no solo e outros impactes ambientais.

A identificação desses materiais pode tornar-se necessária por motivos ligados ao controlo ambiental ou decorrentes da legislação em vigor. Pode eventualmente proceder-se à modelização desses fluxos, procurando definir-se relações existentes entre os componentes do sistema. Para tal, torna-se necessário definir previamente os objectivos procurados e as fronteiras do sistema. É necessário, também, quantificar e qualificar os fluxos de entrada e de saída dos materiais envolvidos (com um detalhe e rigor que dependem dos meios disponíveis e dos objectivos pretendidos). Deste modo, podem igualmente estabelecer-se relações entre as operações e materiais utilizados e as características e funções dos produtos (serviços ou processos) que resultam do sistema em análise.

Nesta fase, a definição das fronteiras do sistema é muito importante, podendo justificar-se um ajustamento das mesmas à realidade, isto é, ampliando-as caso se certifiquem impactes não previstos inicialmente. De uma forma geral, podem indicar-se, como processos elementares e respectivos fluxos a considerar, os seguintes:

- a) Fluxos de entrada e de saída na fase principal de produção e de tratamento dos produtos finais;
- b) Distribuição e transporte dos mesmos;
- c) Produção e utilização de combustíveis, electricidade e calor;
- d) Utilização e manutenção desses produtos;
- e) Eliminação de resíduos da produção e dos produtos;
- f) Valorização dos produtos usados, incluindo a reutilização, a reciclagem e a recuperação da energia;
- g) Fabricação de materiais secundários;
- h) Fabricação, manutenção e colocação fora do serviço dos bens de equipamento;
- i) Operações suplementares, tais como a iluminação e o aquecimento;
- j) Outros elementos ligados à avaliação de impactes potenciais, caso aplicável à situação em causa.

Além destas indicações, torna-se necessário dispor de um diagrama de fluxos relativos a cada uma das operações elementares e, em relação a cada uma delas, conhecer os seguintes dados:

- a) O local onde a operação unitária se inicia, em termos da recepção das matérias-primas ou dos produtos intermediários aí adicionados;
- b) Quais as transformações e o tipo de operações que se verificam nesses pontos do processo;
- c) Onde termina essa operação, em termos do destino dos produtos intermediários ou finais aí produzidos.

A descrição do sistema deverá ser, portanto, suficientemente clara e rigorosa para que possa ser controlada ao longo do tempo e comparada com sistemas similares. Os dados que serão recolhidos dependem do objectivo do estudo, dos meios disponíveis e, eventualmente, de especificidades do caso concreto em estudo. Esses dados poderão ser

obtidos nos locais onde a produção se verifica, recolhendo-os nas fronteiras do sistema ou de cada uma das operações unitárias identificadas, ou recorrendo a dados bibliográficos disponíveis.

A esse conjunto de informações medidas, estimadas ou calculadas, devem adicionar-se, recorrendo a critérios similares, os dados referentes ao consumo, dissipação e recuperação de energia. Quanto às emissões para o exterior, haverá que distinguir as fontes pontuais das fontes difusas, adicionando-se as emissões fugitivas, quando significativas. Seria interessante poder recolher outros impactes, tais como vibrações, ruído, utilização de solos, radiações, odores e calor dissipado, o que não é, em geral, possível ou praticado.

Um aspecto essencial, que importa ter em atenção ao esquematizar-se uma determinada ACV, será a definição dos critérios a que deverá obedecer a escolha dos fluxos de entrada e de saída sobre os quais incidirá o estudo. Nalguns casos, essa escolha é complexa, obrigando à recolha de dados ambientais e eventualmente sujeitos a grande variabilidade, o que acarreta níveis de incerteza dificilmente aceitáveis. Em princípio, seria mais fácil recorrer a dados já disponíveis ou de fácil acesso. Na realidade, essa escolha deverá ser complementada com a recolha de dados suplementares e com a realização de uma análise de sensibilidade, efectuada dentro dos limites das possibilidades existentes.

Esta escolha, conjuntamente com os critérios adoptados e as hipóteses que os decisores adoptaram deverão ser justificados e descritos com o possível rigor no relatório final do estudo. Assim, no que respeita à escolha dos fluxos de entrada, convirá começar por identificar os produtos associados a cada uma das operações elementares que foram previamente identificadas e cuja modelização será eventualmente pretendida. Na prática, os critérios básicos a que se recorre nessa opção são os seguintes:

- a) Uma regra adequada será a massa, isto é, seleccionar os componentes cuja massa seja no seu todo mais elevada e que constitua uma percentagem definida do sistema a modelizar;
- b) O mesmo se aplicará à energia consumida, seleccionando-se os fluxos de entrada cujo equivalente energético seja mais elevado;
- c) A permanência no ambiente dos diferentes produtos presentes nos fluxos de entrada constitui um outro critério a atender, devendo ser tomada em conta a taxa de degradação observada e/ou outros processos de transformação a eles associados.

Estes mesmos critérios poderão ser aplicados aos fluxos de saída, tomando em conta os processos de tratamento a que sejam sujeitos. Em princípio, nos documentos comparativos fornecidos ao público, esses mesmos dados deverão ser fornecidos, quer no que se refere a cada um dos produtos no seu todo, quer no que se refere às operações elementares em relação às quais tal seja pertinente.

Como é evidente, torna-se fundamental assegurar a qualidade dos dados a que se recorre numa ACV, de modo a garantir a fiabilidade dos resultados obtidos e a validade das conclusões deles retirados. Estas exigências implicam a definição prévia da qualidade dos dados relativos a cada um dos parâmetros cuja evolução, quantitativa e qualitativa,

importa acompanhar, o que pressupõe a descrição da metodologia seguida na recolha e integração dos respectivos valores. Convém, por isso, incluir nas exigências feitas quanto à qualidade dos dados, os parâmetros seguintes:

- a) **Factores temporais:** nomeadamente, a indicação do período de amostragem prévia conveniente (por exemplo, os dados relativos aos últimos cinco anos) e da duração mínima da colheita a efectuar em cada caso (por exemplo, a duração mínima deverá abranger o período de um ano, cobrindo, de maneira significativa, as variações anuais previsíveis);
- b) **Factores geográficos:** incluindo, portanto, a definição da zona geográfica que deverá ser abrangida pela colecta dos dados elementares, de modo a respeitar o carácter e objectivo do estudo (por exemplo, local, regional, nacional, comunitário, continental ou global);
- c) **Factores tecnológicos:** abrangendo o conjunto e combinação das tecnologias utilizadas, o que pode envolver o cálculo da média ponderada da mistura real dos processos aplicados, a procura da melhor tecnologia disponível ou a identificação da unidade cujo funcionamento se esteja processando em condições mais desfavoráveis.

Quando se tornar necessário efectuar (ou pesquisar na bibliografia) dados complementares, tal deverá ser efectuado com o conveniente rigor e detalhe.

Os dados referentes a locais específicos ou médias representativas obtidas de instalações ou sistemas semelhantes, são em geral utilizados nos estudos preliminares, incidindo sobre os componentes mais representativos dos balanços expectáveis de massa e de energia.

Em todos os casos, devem, em relação aos dados, ser avaliadas, com o possível rigor, as seguintes características:

- a) **Precisão**, ou seja, a variabilidade dos valores dos dados obtidos para cada categoria dos valores colectados, recorrendo, por exemplo, à respectiva variância;
- b) **Cobertura do universo dos dados**, ou seja, a percentagem dos locais nos quais foram recolhidas informações elementares, em relação ao número total de dados possíveis para cada uma das categorias consideradas, em relação a cada uma das operações unitárias;
- c) **Representatividade**, ou seja, a avaliação qualitativa da medição efectuada, em relação à população real representativa desse parâmetro (tomando em conta a distribuição geográfica, o período coberto e a tecnologia considerada);
- d) **Coerência**, ou seja, a avaliação qualitativa do grau de uniformidade da metodologia do estudo efectuado, na sua aplicação, às diferentes componentes que nele podem ser consideradas;
- e) **Reprodutibilidade**, ou seja, a avaliação qualitativa da capacidade que um observador independente teria de obter resultados similares significativos, ao tentar reproduzir essas determinações.

Todas estas informações deverão constar num documento publicado sobre o tema e problemas em causa. Nesse caso, deverá também constar do documento uma revisão crítica, efectuada do modo descrito a propósito da Norma ISO 14040.

No que se refere à análise do inventário, o respectivo plano inicial é constituído pela definição, tão rigorosa quanto possível, do(s) objectivo(s) possível(eis) e do(s) domínio(s) do estudo visado(s). Esta análise deverá ser efectuada de acordo com os passos descritos no esquema anexo (*vide* Figura 10.5), tendo em vista, essencialmente, atender às metodologias aplicadas nos cálculos e na recolha dos dados efectuados.

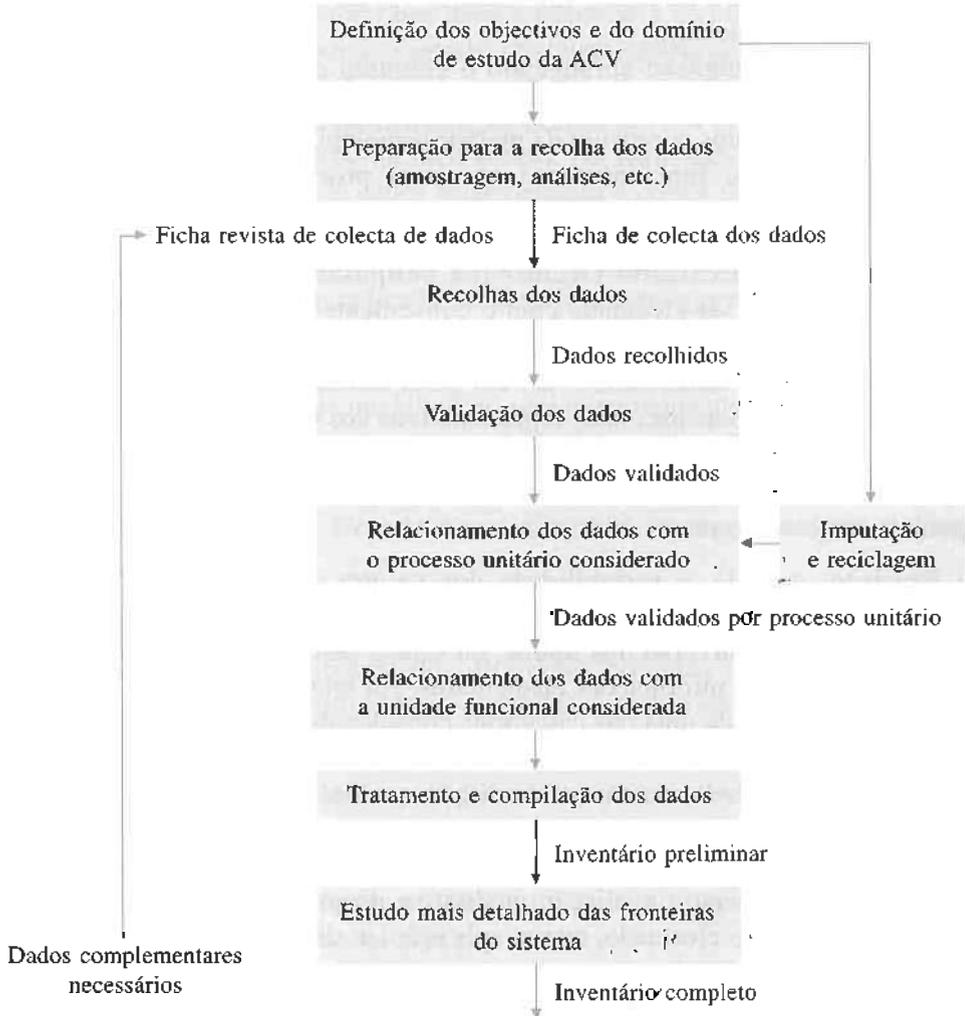


Figura 10.5 – Metodologia da análise do inventário de dados

A definição do domínio de estudo de uma ACV implica a selecção e identificação das operações unitárias que deverão ser consideradas no estudo que se irá efectuar, definindo-se assim as categorias de dados que lhe estão associados. As medições e determinações consequentes, bem como a recolha de dados bibliográficos eventualmente disponíveis, podem implicar recolhas em diferentes locais (e recolhas em diferentes fontes), pelo que se torna necessário assegurar um tratamento uniforme e coerente dos mesmos, de modo a assegurar a consistência dos sistemas a estudar e modelizar, se tal for o caso.

Essa abordagem do problema passa, em geral, pelas seguintes fases (*vide* Figura 10.5):

- 1) Preparação de diagramas dos fluxos dos processos unitários que irão ser considerados, nos quais serão indicadas as inter-relações existentes entre eles;
- 2) Descrição detalhada de cada um dos processos elementares seleccionados e listagem das categorias de dados que lhe estão associados;
- 3) Elaboração de um glossário onde sejam definidas as unidades de medida utilizadas;
- 4) Descrição das técnicas que serão utilizadas na recolha das amostras e na realização das análises, bem como das técnicas de cálculo a que se irá recorrer, de modo a permitir a uniformização do trabalho efectuado pelo pessoal encarregado dessa actividade;
- 5) Fornecimento de instruções precisas e detalhadas quanto aos locais onde os dados serão recolhidos, de modo a facilitar a comunicação da existência de eventuais casos especiais, bem como de irregularidades ou outras circunstâncias anormais que, eventualmente, ocorram.

De modo a facilitar esta acção, foram elaborados esquemas de ficha-tipo que se anexam (*vide* Figuras 10.6, 10.7, 10.8 e 10.9). Essas fichas dizem respeito a cada uma das operações unitárias consideradas, podendo o seu detalhe variar em função dos meios disponíveis e dos parceiros envolvidos no estudo, bem como das exigências resultantes da confidencialidade dos processos e da protecção de eventuais direitos de exclusividade.

A necessidade de evitar quer duplicações, quer omissões de dados, implica um grande rigor e detalhe na descrição de cada uma das operações unitárias envolvidas no sistema. Quando uma operação determinada tiver fluxos de entrada ou de saída e/ou funções múltiplas, os detalhes requeridos serão obviamente maiores, de modo a permitir uma imputação, tão rigorosa quanto possível, dos quantitativos atribuíveis a cada uma delas. Exige-se, além disso, a referenciação cuidada dos locais afectados, dos períodos de recolha das amostras, etc.

Para além da descrição das metodologias (e eventuais especificidades), no que respeita à colheita das amostras, é indispensável apresentar quais os métodos de cálculo utilizados na conversão dos dados brutos em resultados obtidos em cada uma das operações unitárias do sistema em estudo.

Nome do fluxo intermédio a que respeitam	Transporte por estado				
	Distância em Km	Capacidade do veículo (toneladas)	Capacidade usada (toneladas)	Regresso sem carga (sim/não)	Uso para outros materiais

Figura 10.6 – Recolha de dados sobre o transporte de produtos do exterior

Combustível	Total transportado	Consumo total de combustível
Óleo Diesel		
Gasolina		
Gás liquefeito		
Metano		

Figura 10.7 – Cálculo de combustível usado no transporte

Responsável Processo unitário em causa			Data da realização Local da acção	
Período considerado: Ano		Data de início da acção	Data prevista da finalização	
Descrição da operação unitária (adicionar documentos e gráficos anexos, caso necessário)				
Fluxos de entrada de materiais	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita	Origem

# Análise de Ciclo de Vida

(cont.)

Consumo de água *	Unidades	Quantidade	Outros parâmetros caso estejam disponíveis	
* Água superficial, Água de consumo, Outras				
Fluxos de energia *	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita de dados	Origem
* Óleo, Combustíveis de diferentes tipos (especificar), Querosene, Gasolina, Gás natural, Propano, Carvão, Biomassa, Electricidade da rede				
Fluxos de saída de materiais (incluindo produtos)	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de amostragem usada na colheita	Destino

Figura 10.8 – Exemplo de ficha-tipo por processo unitário

Processo unitário identificado		Local		
Emissões atmosféricas *	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita de amostras	
* Cl <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , Poeiras/Partículas, F <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, HF, Hidrocarbonetos (especificar), Outros metais (especificar), Pb, Sox, Outras				

(cont.)

# Análise de Ciclo de Vida

(cont.)

Consumo de água *	Unidades	Quantidade	Outros parâmetros caso estejam disponíveis	
* Água superficial, Água de consumo, Outras				
Fluxos de energia *	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita de dados	Origem
* Óleo, Combustíveis de diferentes tipos (especificar), Querosene, Gasolina, Gás natural, Propano, Carvão, Biomassa, Electricidade da rede				
Fluxos de saída de materiais (incluindo produtos)	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de amostragem usada na colheita	Destino

Figura 10.8 – Exemplo de ficha-tipo por processo unitário

Processo unitário identificado		Local		
Emissões atmosféricas *	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita de amostras	
* Cl <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , Poeiras/Partículas, F <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, HF, Hidrocarbonetos (especificar), Outros metais (especificar), Pb, Sox, Outras				

(cont.)

(cont.)

Emissões para a água *	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita de amostras
* CBO <sub>5</sub> , CQO, Ácidos expressos em H <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , Detergentes/Óleos, Produtos orgânicos em solução (especificar), F <sup>-</sup> , Fe iónico, Hg, Hidrocarbonetos (especificar), Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Organoclorados (especificar), Outros metais (especificar), Outros compostos azotados (especificar), Fenóis, Fosfatos, SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , Sólidos em suspensão, Outras			
Emissões para o solo *	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita de amostras
* Resíduos minerais, Resíduos industriais mistos, RSU, Resíduos tóxicos (especificar)			
Outras emissões*	Unidades	Quantidade	Descrição do processo de colheita de amostras
* Ruído, Radiações, Vibrações, Odores, Energia térmica perdida			

Figura 10.9 – Exemplo de ficha-tipo de colheita de dados para uma ACV

O conhecimento rigoroso das aquisições feitas no exterior, os rendimentos verificadas nas operações de combustão ou outras, tais como a conversão de produtos intermediários e finais, bem como a sua transmissão e distribuição, têm de ser conhecidos e controlados nos sistemas reais em causa.

Outro aspecto essencial diz respeito à repartição dos consumos de água, energia e matérias-primas, quando mais do que uma operação unitária tem interferência no processo. O mesmo se aplica à sua contribuição para a produção final, para a produção de resíduos ou para a sua contribuição nos materiais reciclados ou recuperados. As hipóteses em que se basearam esses cálculos deverão ser cuidadosamente sustentadas.

e apoiadas em bases teóricas sólidas ou em dados bibliográficos devidamente referenciados.

Os dados obtidos devem ser validados após a sua obtenção e antes da sua divulgação ou aplicação na manutenção e/ou modificação do sistema. Para tal, há que atender à sua qualidade, assinalando-se todas as anomalias detectadas. No caso de se verificar a inexistência de dados (por omissão na recolha ou qualquer outra falha técnica), pode sugerir-se a aplicação das seguintes regras genéricas, no retratamento dos dados:

- a) Atribuir ao valor em falta um valor determinado, diferente de zero, devidamente justificado;
- b) Atribuir ao valor em falta um valor igual a zero, quando tal se justifique (mesmo que teoricamente discutível, por razões ligadas ao 2º Princípio da Termodinâmica e atendendo ao valor mínimo de medição associado ao método analítico usado);
- c) Atribuir ao valor em falta um valor calculado teoricamente com base em valores reais, obtidos em operações unitárias existentes em processos que apliquem uma tecnologia semelhante e em condições próximas, no que diz respeito aos fluxos de entrada de materiais e de energia.

Torna-se assim possível estabelecer, para cada uma das operações unitárias, um valor de referência, expresso em unidades de massa ou de energia (por exemplo, em Kg ou em MJ). Os dados quantitativos, relativos aos fluxos de entrada e de saída de cada uma das operações, deverão ser calculados em relação a esse fluxo de referência, de modo a exprimir desse modo a sua importância relativa. Com base no diagrama de fluxos inicialmente estabelecido, e tendo em conta as fronteiras do sistema, torna-se então possível pela interconexão das operações unitárias apresentar os valores calculados em relação ao sistema total. Isto torna-se viável pela normalização de todos os dados em relação à unidade funcional adoptada, em relação à qual são também referenciados todos os fluxos de entrada e de saída do sistema. É muito importante atender à possíveis agregações de dados. Somente quando se trata de substâncias equivalentes e geradoras de impactos ambientais similares será justificada, em geral, uma operação de agregação de dados. Se uma operação desse tipo levantar dúvidas quanto à sua legitimidade, será necessário analisá-la e justificá-la quando se proceder à análise posterior de avaliação do impacto do sistema.

Outra operação importante a realizar neste ponto será a da discussão, e eventual ajustamento, dos limites do sistema. Para tal, convirá proceder a uma análise de sensibilidade, tal como previamente foi referido. A partir dos resultados obtidos numa situação correspondente às do projecto inicial, pode-se, a partir dos resultados dessa análise, tomar decisões, tais como:

- a) Excluir etapas do ciclo de vida ou operações unitárias que, a partir da análise de sensibilidade, se verifique não terem influência significativa nos resultados finais;
- b) Excluir da análise os fluxos de materiais e de energia que não afectem pela sua natureza e/ou dimensão os resultados do estudo pretendido;

- c) Incluir no estudo novos processos unitários, que demonstrem poder influenciar significativamente esses resultados.

Um outro aspecto já referido, muito sumariamente, mas que nos parece justificar uma discussão mais rigorosa, é o que diz respeito à repartição dos contributos de cada uma das operações unitárias, nos pontos e processos nos quais a sua influência seja partilhada e/ou conjunta. Na realidade, são poucos os processos ou sistemas que se podem traduzir por sistemas simples (lineares) de matéria ou de energia. Na generalidade dos casos, são gerados diversos produtos (ou serviços ou processos), verificando-se a reciclagem de produtos intermediários e/ou a sua rejeição como matérias primas para outros sistemas (ou a sua valorização energética). Verifica-se, por isso, a necessidade de imputar os valores globais pelas diferentes operações unitárias, de forma clara e rigorosa.

O inventário de uma ACV fundamenta-se, como se sabe, num balanço de massas e de energia, associado aos diferentes fluxos de entrada e de saída que foram identificados no estudo prévio. Quando se verificar que num determinado ponto do sistema existe sobreposição, ou acção conjunta, de mais do que uma operação unitária, haverá que proceder à partição entre elas dos materiais e energia consumidos. Para tal, há que estabelecer regras de imputação desses fluxos que respeitem os princípios básicos em que uma ACV se baseia, isto é, que tomem em conta as entradas e saídas que aí confluem. Os princípios de imputação propostos aplicam-se, genericamente, aos co-produtos, aos consumos internos de energia, aos serviços prestados (por exemplo, transporte, produção e tratamento de resíduos, etc.) e às operações de reciclagem, em sistema aberto ou fechado, podendo resumir-se do seguinte modo:

- a) O estudo efectuado deve identificar os processos partilhados com outros sistemas produtivos, tratando-os de acordo com as regras seguintes;
- b) A soma dos fluxos de entrada e de saída, alocados a uma dada operação unitária, deverá ser igual aos valores obtidos numa outra operação onde não seja necessário recorrer a esta metodologia;
- c) Quando for possível escolher entre vários processos de alocação que pareçam ser equivalentes, deverá proceder-se a uma análise de sensibilidade de modo a quantificar as diferenças nos resultados que resultem de cada uma dessas opções;
- d) Quando se recorrer a um determinado processo para efectuar uma qualquer alocação, tal deverá ser descrito e justificado no relatório final.

Tomando como base esses princípios, deverá proceder-se às seguintes operações sequenciais:

- 1) Sempre que tal seja possível, deverá ser evitada a necessidade de proceder a uma alocação, recorrendo, por exemplo, aos métodos seguintes:
  - a) Dividir a operação unitária em causa em dois ou mais subprocessos e recolher os dados referentes a cada um deles;

- b) Expandir o sistema, de modo a nele incluir funções adicionais que deverão ser objecto do mesmo tratamento que no processo inicial foi prestado às restantes operações.
- 2) Quando tal não for possível, convém dividir os fluxos de entrada e de saída correspondentes aos diferentes produtos ou funções, reflectindo as diferenças físicas que lhes estão subjacentes, isto é, reflectindo o modo como esses fluxos são afectados pelas alterações quantitativas verificadas no produto ou nas funções afectadas pelo sistema. Importa tomar em conta que a imputação resultante não será necessariamente proporcional a parâmetros facilmente mensuráveis, tais como os fluxos mássicos ou molares dos co-produtos intervenientes no processo;
- 3) Quando não existem relações físicas (ou não seja viável recorrer a elas) que possam servir de base a uma tal alocação, será necessário proceder a uma partição dos fluxos de entrada entre os produtos e/ou funções em causa, de modo a reflectir as relações realmente existentes entre eles. Uma das soluções possíveis será a partição dos impactes ambientais detectados em função do seu valor económico ou social.

Quando os fluxos de saída forem, simultaneamente, co-produtos e resíduos, haverá que estabelecer a relação existente entre essas duas categorias, uma vez que não seria correcto imputar a totalidade desses fluxos aos co-produtos considerados. É indispensável que as regras adoptadas sejam aplicadas uniformemente a todos os tipos de fluxos considerados no sistema, incluindo as operações de reutilização e de reciclagem eventualmente efectuadas. Contudo, nestes casos, haverá que se tomar precauções suplementares, nomeadamente as seguintes:

- a) Reutilização e reciclagem, tal como outras operações de valorização praticadas nesses resíduos (como, por exemplo, compostagem, valorização energética, bio-conversões várias, etc.), podendo implicar que os fluxos de entrada e de saída, associados aos processos elementares de extracção e tratamento das matérias-primas e a eliminação de produtos finais, sejam partilhados por mais do que um sistema de produtos;
- b) Não deixar de atender ao facto destas operações poderem modificar as propriedades intrínsecas desses materiais nas suas utilizações posteriores;
- c) Ser prestada especial atenção à definição das fronteiras do sistema quando se efectuarem processos de recuperação.

As regras que são aplicadas à imputação, quando operações deste tipo são praticadas, são diversas, sendo necessário, antes do mais, tomar em conta as modificações das propriedades dos materiais, que se verificam. Essas regras podem ser sumarizadas (*vide* Figura 10.10) e traduzidas nos conceitos seguintes:

- a) As regras de imputação em sistemas funcionando em ciclo fechado são aplicáveis exclusivamente a sistemas de produtos desse tipo. Porém, aplicam-se também a sistemas funcionando em ciclo aberto, desde que se não verifiquem alterações das

propriedades dos materiais reciclados, em relação às propriedades intrínsecas da matéria-prima que foi submetida ao processo de reciclagem. Nestas circunstâncias, a imputação é evitada, uma vez que a matéria-prima secundária foi utilizada em vez da matéria-prima original e nas mesmas condições. Contudo, a matéria-prima que for utilizada em estado virgem pode ser tratada em termos de alocação, em sistemas funcionando em ciclo aberto, tal como foi descrito anteriormente;

- b) O sistema de imputação aplicável em sistemas funcionando em ciclo aberto, tal como foi descrito, aplica-se a sistemas deste tipo quando a matéria é reciclada noutros sistemas de produção e a matéria-prima usada sofre modificações nas suas propriedades intrínsecas. Convém que as regras de imputação sejam aplicadas aos processos elementares partilhados, quando se utiliza como base as suas propriedades físicas, o seu valor económico (por exemplo, o valor dos resíduos em relação ao valor das matérias-primas) ou o número de utilizações posteriores a que a matéria reciclada será submetida.

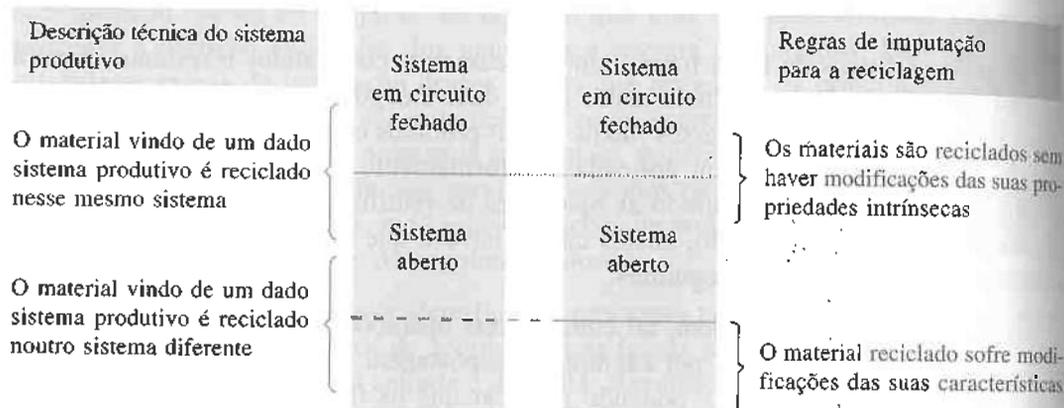


Figura 10.10 – Diferenças entre a descrição técnica de um sistema produtivo e as regras de imputação aplicáveis à reciclagem (adaptado da Norma ISO 14041)

Importa ainda esclarecer que, no que respeita aos processos de recuperação verificados entre os sistemas de produção iniciais e os sistemas posteriores, se torna necessário identificar e justificar o modo como foram definidas as fronteiras dos sistemas, justificando com rigor as opções tomadas de modo a assegurar que os princípios de imputação atrás referidos, foram devidamente respeitados.

Os resultados obtidos num inventário, incluído numa determinada ACV, não podem ser interpretados sem que nessa análise sejam, também, tomados em conta os objectivos e o domínio que haviam sido definidos no início desse estudo. Com efeito, a interpretação destes dados terá, por um lado, de incluir a avaliação da sua qualidade e, por outro, as análises de sensibilidade relativas aos fluxos de entrada e de saída de materiais e de energia, justificando, quando tal for necessário, as opções efectuadas, de modo a poder

determinar a incerteza que deverá ser atribuída aos resultados obtidos. Deverão ainda incluir-se, neste ponto do relatório, os seguintes esclarecimentos, sem deixar de ter em conta os referidos objectivos iniciais:

- a) Definição detalhada das funções identificadas no sistema e das suas unidades funcionais, justificando a sua escolha;
- b) Definição adequada das fronteiras do sistema;
- c) Indicação das falhas e limitações que foram identificadas na avaliação feita à qualidade dos dados coligidos e nas análises de sensibilidade efectuadas.

Esta interpretação deverá ser feita com a possível precaução, uma vez que diz respeito apenas a dados relativos aos fluxos de entrada e de saída de materiais e energia, não sendo tomados em conta os aspectos relativos aos impactes ambientais deles resultantes. Além disso, tratando-se de um caso singular, não pode, por si só, constituir uma base de comparação com outros resultados obtidos noutros locais e em condições que não são necessariamente idênticas. Com efeito, os resultados de um determinado inventário apresentam sempre um grau de incerteza indeterminado, que é resultante das incertezas cumulativas resultantes das imprecisões associadas aos fluxos de entrada considerados e da variabilidade que os dados sempre apresentam.

Este tipo de análise constitui uma técnica relativamente recente, que deverá ser melhorada e refinada no futuro. Convirá, quando tal for possível, caracterizar essa incerteza, em situações concretas, recorrendo para tal a metodologias estatísticas que permitam a definição de intervalos de incerteza e probabilidades de ocorrência associados aos resultados obtidos, quer em relação a estes, quer em relação às conclusões finais que foram daí extraídas. Por isso, todas estas informações deverão ser postas à disposição de eventuais interessados, sendo necessário verificar, em cada caso, a sua coerência com as conclusões e recomendações finais que vierem a ser estabelecidas.

Essas conclusões e demais resultados deverão ser integrados no relatório final que será apresentado aos parceiros que dele deverão tomar conhecimento, tal como é disposto no artigo n.º 6, da Norma ISO 14040. Esse relatório poderá apresentar a estrutura no seguinte Anexo, no qual os elementos cuja divulgação pública se justifica, na maior parte dos casos, estão assinalados com um asterisco.



## Anexo – estrutura do relatório de uma ACV

### Objectivos do estudo efectuado

- a) Razões que o justificam \*;
- b) Aplicações previstas \*;
- c) Audiências alvo \*.

## Domínio do estudo a efectuar

- a) Modificações propostas e respectiva justificação;
- b) Função:
  - Definição da eficiência pretendida e suas características \*;
  - Indicação das funções complementares a omitir nas comparações que venham a ser efectuadas \*.
- c) Unidade funcional:
  - Coerência com o objectivo proposto e com o domínio de estudo fixado \*;
  - Definição \*;
  - Resultados da quantificação da eficiência alcançada \*.
- d) Fronteiras do sistema:
  - Entradas e saídas do sistema, sob a forma de fluxos elementares;
  - Regras de decisão previstas;
  - Omissões verificadas no que respeita a fases da ACV, processos ou dados incompletos ou omissos \*;
  - Descrição dos processos unitários previstos no esquema inicial;
  - Regras de imputação.
- e) Categorias de dados a coligir:
  - Decisões quanto às categorias de dados a recolher e coligir;
  - Detalhes sobre os dados seleccionados;
  - Quantificação dos fluxos de entrada e de saída de energia \*;
  - Hipóteses relativas às origens da energia recebida pelo sistema \*;
  - Calor de combustão libertado \*;
  - Estimativa e inclusão nos balanços de emissões furtivas.
- f) Critérios respeitantes à inclusão inicial dos fluxos de entrada e de saída seleccionados:
  - Descrição dos critérios adoptados e das hipóteses formuladas \*;
  - Consequências da selecção efectuada sobre os resultados \*;
  - Inclusão para fins comparativos de outros critérios relativos à massa e energia consumidos e aos efeitos ambientais expectáveis \*.
- g) Exigências relativas à qualidade dos dados.

## Análise do inventário

- a) Processos adoptados na recolha dos dados;
- b) Descrição qualitativa e quantitativa das operações unitárias seleccionadas \*;

- c) Lista da bibliografia consultada \*;
- d) Processos de cálculo adoptados \*;
- e) Validação dos dados:
  - Avaliação da qualidade dos dados \*;
  - Tratamento de dados omissos \*.
- f) Análise de sensibilidade para eventual correcção das fronteiras do sistema \*;
- g) Princípios e regras de imputação:
  - Documentação e justificação das regras de imputação usadas\*;
  - Uniformidade de aplicação dessas regras \*.

### Fronteiras do inventário da ACV

- a) Avaliação da qualidade dos dados e análise de sensibilidade;
- b) Funções do sistema e unidade(s) funcional(ais);
- c) Fronteiras do sistema;
- d) Determinação da incerteza dos resultados;
- e) Limitações identificadas na avaliação da qualidade dos dados e na análise de sensibilidade efectuada;
- f) Conclusões e recomendações.

\* Elementos cuja divulgação pública se justifica.



# Norma ISO 14042:2000 (E) – Avaliação do Impacte Ambiental de uma ACV

## 11.1. Introdução

A avaliação do impacte ambiental associado a um determinado ciclo de vida (designada como AICV ou, em linguagem anglo-saxónica como LCIA) constitui a terceira fase de uma ACV, tal como está previsto na Norma ISO 14040, sendo apresentada nesta Norma, prosseguindo a metodologia usada na Norma 14041. O seu objectivo será a avaliação do impacte ambiental que está associado ao ciclo de vida de um dado produto, serviço ou processo, que foi previamente estudado, de acordo com as metodologias atrás citadas.

Para esse efeito, são seleccionados determinados resultados das acções empreendidas, cujos impactes tenham sido evidenciados pelos dados anteriormente recolhidos. A partir deles, são seleccionados diversos tipos de consequências, designados como “Categorias de Impacte, associadas ao Ciclo de Vida”, que são traduzidas em “Indicadores de Categorias de Impacte, associadas ao Ciclo de Vida” em causa.

O objectivo dessas categorias de impacte será o de reflectir o conjunto de emissões provocadas e/ou de recursos consumidos, por cada um desse complexo de impactes, de um mesmo tipo. Os indicadores seleccionados pretendem, por sua vez, traduzir de forma condensada os efeitos verificados a nível ambiental, devendo para tal justificar-se a sua importância e as razões da sua ocorrência.

Estas categorias de impacte, associadas à ACV efectuada, são referidas na Norma ISO 14040, como representativas dos “Impactes Ambientais potenciais”, aí referidos. Deste modo, preparam-se, igualmente, dados e conclusões que serão utilizados na fase de interpretação dos resultados, que constitui o tema da Norma ISO 14043, apresentada no capítulo seguinte.

Esta fase, que pode ser designada por AIVC, pode ser utilizada para diversos fins, tais como:

- a) Identificar oportunidades de melhoramento dos sistemas produtivos envolvidos e/ou da definição das prioridades a estabelecer;
- b) Caracterizar ou definir o nível de qualidade do sistema produtivo, ou de uma operação unitária específica, num determinado momento, ou acompanhar a sua evolução ao longo do tempo;
- c) Efectuar comparações relativas entre sistemas produtivos, próprios ou da concorrência, tomando por base um conjunto específico de indicadores de categoria;
- d) Identificar consequências ambientais, em relação às quais seja possível obter, recorrendo a outras tecnologias, dados complementares ou informações, cujo conhecimento possa ser útil para os responsáveis pelas decisões a tomar, visando preparar o futuro ou a evolução desejada.

Importa, porém, referir que a realização de uma AICV não é uma tarefa fácil, podendo obrigar ao recurso a outras metodologias diferentes de Avaliação da Qualidade Ambiental. Por outro lado, tal como foi referido a propósito da Norma ISO 14031, esta vem reforçar a necessidade e/ou indispensabilidade de efectuar, sempre, medições e determinações no sistema em estudo, demonstrando, como se tal fosse necessário, a impossibilidade técnica e ética de basear em dados teóricos a realização de um qualquer estudo de Gestão Ambiental.

A Norma ISO 14042, destinada a indicar qual a metodologia a que se deverá recorrer para, no âmbito de uma dada ACV, avaliar os impactes ambientais que lhe estão associados, reconhece, por isso mesmo, no seu ponto 1 as limitações que são inerentes a uma AICV, sem deixar de referir, como seria normal, as potencialidades do seu uso e da sua aplicação de modo ponderado e cauteloso.

## 11.2. Termos e definições específicas

Muito embora nesta Norma sejam utilizados termos e definições que constam de Normas anteriormente referidas (ISO 14001, ISO 14040 e ISO 14041) e seja referida, posteriormente, uma Norma dedicada ao vocabulário desta série de Normas, justifica-se definir alguns dos termos usados, de modo a evitar interpretações menos correctas do texto. Assim, seleccionaram-se os seguintes termos e respectivas definições:

- a) **Análise dos resultados do inventário de uma ACV:** como resultado da análise do Inventário efectuado no âmbito de uma ACV, torna-se possível a apresentação dos fluxos que penetram e que saem através das fronteiras do sistema, dados esses que constituem o ponto de partida para a avaliação dos impactes que lhes estão associados;

- b) **Categoria de impacte associada a uma ACV:** conjunto de consequências, identificadas no inventário de efeitos de uma determinada ACV, que dão origem a impactes ambientais similares, podendo por isso ser classificadas como pertencentes a uma classe específica (abreviadamente referida como Categoria de Impacte);
- c) **Indicador de uma categoria de impacte associada a uma ACV:** indicador quantitativo representativo de uma determinada categoria de impacte, seleccionada no estudo realizado (abreviadamente referida como Indicador de Categoria de Impacte);
- d) **Resultante de uma determinada categoria de impacte:** atributo ou aspecto do ambiente natural, da saúde humana ou dos recursos naturais, que pode ser identificado como a resultante ambiental que constitui justificação das preocupações existentes;
- e) **Factor de caracterização:** factor derivado do modelo de caracterização estabelecido que é aplicado para converter os resultados obtidos nos ICV (indicadores de ciclo de vida resultantes da análise efectuada no inventário elaborado na AICV);
- f) **Mecanismo ambiental:** sistema de processos físicos, químicos e biológicos verificados numa determinada categoria de impactes, que permitem estabelecer as relações existentes entre os resultados de um dado ICV, com as categorias de Impacte seleccionadas e as respectivas resultantes.

### 11.3. Descrição geral da avaliação do impacte ambiental de um determinado ciclo de vida

O objectivo fundamental que se tem em vista quando se efectua uma determinada AICV será o de proceder ao exame de um determinado processo produtivo (ou de prestação de serviços, ou de processos específicos) numa perspectiva ambiental, recorrendo a categorias de impactes e/ou a indicadores dessas categorias, de modo a estabelecer a sua relação com os resultados do ICV. Esta fase da ACV irá fornecer igualmente informações para a fase de interpretação final dos resultados que a ela se seguirá.

Esta fase do estudo fornece, em conjugação com outras fases da ACV, uma perspectiva global e integrada das consequências produzidas, no ambiente e nos recursos disponíveis, por um ou mais sistemas produtivos (fornecedores de serviços ou de processos).

Além disso, permite relacionar os resultados obtidos no ICV com as consequências observadas a nível de impactes efectivos; com efeito, ao seleccionar-se para cada categoria de impacte um indicador de categoria específico, torna-se possível, através do conjunto de resultados quantitativos assim obtidos, traçar um perfil da AICV, que

- b) **Categoria de impacte associada a uma ACV:** conjunto de consequências, identificadas no inventário de efeitos de uma determinada ACV, que dão origem a impactes ambientais similares, podendo por isso ser classificadas como pertencentes a uma classe específica (abreviadamente referida como Categoria de Impacte);
- c) **Indicador de uma categoria de impacte associada a uma ACV:** indicador quantitativo representativo de uma determinada categoria de impacte, seleccionada no estudo realizado (abreviadamente referida como Indicador de Categoria de Impacte);
- d) **Resultante de uma determinada categoria de impacte:** atributo ou aspecto do ambiente natural, da saúde humana ou dos recursos naturais, que pode ser identificado como a resultante ambiental que constitui justificação das preocupações existentes;
- e) **Factor de caracterização:** factor derivado do modelo de caracterização estabelecido que é aplicado para converter os resultados obtidos nos ICV (indicadores de ciclo de vida resultantes da análise efectuada no inventário elaborado na AICV);
- f) **Mecanismo ambiental:** sistema de processos físicos, químicos e biológicos verificados numa determinada categoria de impactes, que permitem estabelecer as relações existentes entre os resultados de um dado ICV, com as categorias de Impacte seleccionadas e as respectivas resultantes.

### 1.3. Descrição geral da avaliação do impacte ambiental de um determinado ciclo de vida

O objectivo fundamental que se tem em vista quando se efectua uma determinada AICV será o de proceder ao exame de um determinado processo produtivo (ou de prestação de serviços, ou de processos específicos) numa perspectiva ambiental, recorrendo a categorias de impactes e/ou a indicadores dessas categorias, de modo a estabelecer a sua relação com os resultados do ICV. Esta fase da ACV irá fornecer igualmente informações para a fase de interpretação final dos resultados que a ela se seguirá.

Esta fase do estudo fornece, em conjugação com outras fases da ACV, uma perspectiva global e integrada das consequências produzidas, no ambiente e nos recursos disponíveis, por um ou mais sistemas produtivos (fornecedores de serviços ou de processos).

Além disso, permite relacionar os resultados obtidos no ICV com as consequências observadas a nível de impactes efectivos; com efeito, ao seleccionar-se para cada categoria de impacte um indicador de categoria específico, torna-se possível, através do conjunto de resultados quantitativos assim obtidos, traçar um perfil da AICV, que

fornece informações relativamente às consequências ambientais verificadas ou expectáveis, em função dos fluxos de entrada e de saída dos materiais e energia utilizados no sistema em análise.

Uma característica específica de uma AICV, quando comparada com as informações obtidas de outras ferramentas disponíveis (tais como a Avaliação de Eficiência Ambiental, a Avaliação de Impacte Ambiental ou a Avaliação de Risco Ambiental ou outros), é o facto de, neste caso, a aproximação do problema ser feita através de uma dada unidade funcional, permitindo assim recorrer a informações obtidas a partir dessas outras técnicas.

Importa, porém, no seguimento das anteriores reflexões, indicar desde já as limitações que lhe são inerentes, de modo a não sobreavaliar (nem a subavaliar) as informações que da sua aplicação podem resultar. Nesta perspectiva, podem citar-se as limitações seguintes:

- a) Uma AICV apresenta características técnicas e científicas que não podem ser menosprezadas; contudo, ao longo da sua aplicação têm de ser efectuadas escolhas às quais não preside um critério rigoroso, como, por exemplo, aquando da selecção das categorias de impacte, dos indicadores que lhe são associados, dos factores e modelos de caracterização ou, ainda, como veremos na altura própria, das opções tomadas quanto à normalização dos resultados, ao seu agrupamento, à escolha do peso que lhes pode ser atribuído, etc.;
- b) Uma outra limitação resulta do facto de não se tomarem em consideração limites espaciais ou temporais nem informações do tipo dose-resposta; além disso, combinam-se informações sobre emissões ou actividades provenientes de fontes externas sem atender rigorosamente (por tal ser inviável) aos aspectos relativos ao local e ao momento em que as mesmas foram recolhidas, circunstâncias que podem diminuir o significado das conclusões e dos resultados obtidos;
- c) A precisão das categorias de indicadores seleccionados pode variar com as categorias de impacte correspondentes, por razões associadas a eventuais diferenças à escala temporal e espacial existentes entre o modelo de caracterização seleccionado e os mecanismos ambientais que aí se desenvolvem; outra razão poderá resultar das simplificações que eventualmente sejam efectuadas ou pela limitação dos conhecimentos científicos disponíveis;
- d) Os resultados de uma AICV não permitem prever os impactes observados numa resultante do sistema, nem garantir que não são excedidos limites que deverão ser respeitados, margens de segurança que se fixaram ou riscos que não poderão ser excedidos;
- e) Uma AICV pode não ser suficiente para demonstrar a existência de diferenças significativas entre determinadas categorias de impacte e dos resultados dos indicadores delas resultantes, no caso de se pretender efectuar comparações entre

sistemas alternativos. Este facto pode resultar de uma ou mais, das seguintes razões:

- Do desenvolvimento inadequado ou insuficiente do modelo ao qual se recorreu na caracterização do sistema, na análise de sensibilidade ou na análise de incerteza, nesta fase da ACV;
- De limitações existentes na fase do ICV, em especial na definição dos limites do sistema, não integrando, por isso, todas as operações unitárias efectivamente existentes, excluindo alguns dos fluxos de entrada ou de saída efectivamente operacionais, daí resultando carências ou sobreposições de dados;
- De outras limitações também possíveis em relação a esta fase, tais como a insuficiente qualidade dos dados utilizados ou diferenças existentes nos procedimentos de alocação ou de agregação dos dados que tiverem sido aplicados;
- De limitações verificadas a nível da colecta de dados dos inventários a que se recorreu e da representatividade de cada uma das categorias de impacte seleccionadas.

## 11.4. Elementos constitutivos de uma AICV

### 11.4.1. Elementos obrigatórios

O esquema geral da Avaliação do Impacte Ambiental, de um determinado Ciclo de Vida, é constituído por alguns elementos obrigatórios, que permitem converter os resultados obtidos num determinado Inventário, realizado no terreno, em valores concretos de indicadores seleccionados, aos quais é possível adicionar outros elementos facultativos.

Os elementos obrigatórios são os seguintes:

- a) **Seleção:** selecção das categorias de impacte, dos indicadores que lhe estão associados e dos modelos de caracterização, aos quais se recorrerá na subsequente análise;
- b) **Classificação:** selecção e recolha dos resultados correspondentes;
- c) **Caracterização:** cálculo dos resultados correspondentes aos diferentes indicadores, associados às categorias de impacte seleccionadas.

Estes valores constituem o Perfil da AICV, resultado obrigatório da aplicação desta metodologia. A fase seguinte, que poderá ou não ser efectivada, corresponde à comparação daqueles resultados com valores considerados como referência, ou seja, a uma normalização dos mesmos. Essa normalização poderá ser efectuada através de um agrupamento dos resultados, da sua ponderação ou de uma análise da respectiva qualidade.

A justificação, da necessidade da separação, em três fases, da análise obrigatória, resulta da necessidade de distinguir claramente os elementos disponíveis, de modo a poder tratá-los com o devido rigor e transparência. Esta operação tem ainda a vantagem de permitir apreciar separadamente cada um dos elementos e/ou informações disponíveis, quer do ponto de vista dos objectivos que temos em vista, quer da importância de cada um deles no âmbito da ACV que se pretende apresentar.

Uma outra vantagem, daí decorrente, será a de permitir avaliar, separadamente, a qualidade dos diferentes métodos a que se pode recorrer para realizar uma determinada AICV. Nesse aspecto, poder-se-ão comparar e avaliar não só as diferentes metodologias disponíveis, como também diferentes hipóteses que possam ser formuladas, em relação a cada um dos elementos analisados, de modo a garantir (ou aumentar significativamente) a transparência do processo, facilitando a sua análise crítica e a elaboração dos relatórios produzidos.

## 11.4.2. Indicadores de categorias de impacte

Dada a importância do conceito subjacente, pensamos ser relevante a discussão com algum detalhe do conceito de indicadores de categorias de impacte. Esses indicadores são apresentados na Figura 11.1, para um caso específico da acidificação das águas, por efeito de emissões de origem diversa, traduzidas em descargas, cujo efeito se traduz por uma diminuição do pH do meio hídrico receptor. Como é óbvio, cada categoria de impacte terá um mecanismo ambiental específico, cuja aplicação se restringe a ecossistemas e situações desse tipo.

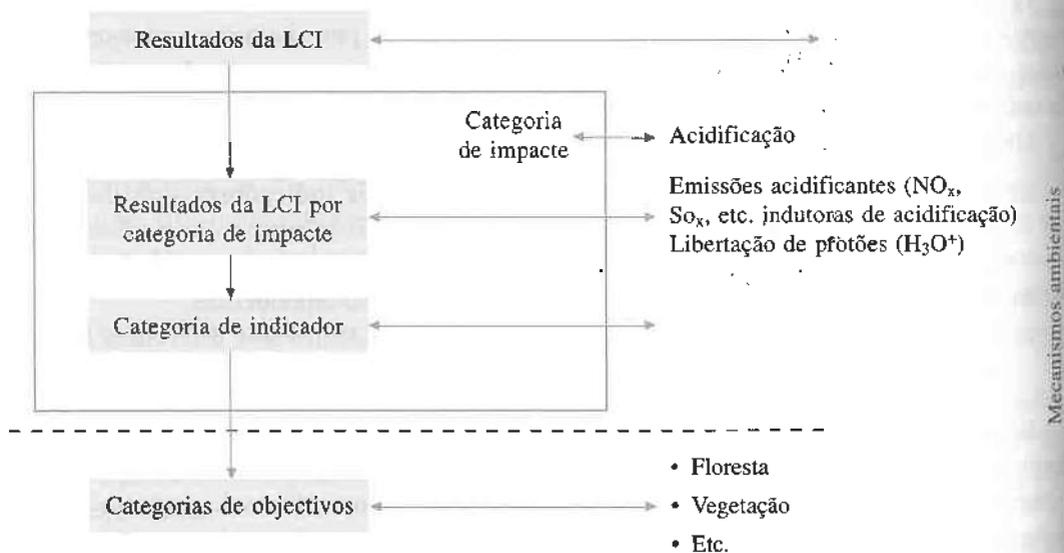


Figura 11.1 – Conceito de categoria(s) de impacte(s)

Os modelos de caracterização a utilizar em cada caso concreto permitirão relacionar os resultados do inventário efectuado no terreno, por meio do qual foram identificados os agentes de impacte identificados na situação específica em análise e quantificados alguns dos efeitos deles resultantes. Esses resultados, uma vez agrupados em determinadas categorias de impacte, vão permitir estabelecer relações entre a magnitude desse impacte e a importância relativa dos agentes causais por eles responsáveis. Haverá ainda que identificar as resultantes ambientais com eles relacionados, através do(s) mecanismo(s) identificado(s). A partir do modelo de caracterização verificado, irão ser calculados os factores de caracterização a utilizar na conversão dos agentes causais na magnitude dos efeitos observados, nos efeitos expectáveis nos compartimentos reactivos dos ecossistemas afectados.

Para cada categoria de impacte torna-se, portanto, necessário identificar as seguintes componentes:

- a) Identificação das resultantes de uma determinada categoria de impactes;
- b) Definição do indicador dessa categoria de impacte seleccionado, no caso concreto em estudo;
- c) Identificação do resultado obtido no inventário do ciclo de vida que seja considerado mais adequado para essa categoria de impacte, tomando em conta o indicador da categoria de impacte seleccionado e a(s) resultante(s) escolhida(s).
- d) Identificação do modelo de caracterização escolhido e dos factores de caracterização calculados.

Este procedimento irá facilitar a recolha, transmissão, caracterização e modelização dos resultados adequados obtidos através do inventário efectuado para efeitos da ACV. Permite, além disso, validar algumas das hipóteses apresentadas, avaliar o interesse e rigor de diferentes valores utilizados nos cálculos efectuados e, se assim se entender, averiguar o grau de rigor expectável dos dados obtidos a partir da aplicação do modelo seleccionado.

Em relação a uma determinada ACV, terão de ser seleccionadas algumas categorias de impacte específicas, bem como os respectivos indicadores e os modelos de caracterização que nesse estudo serão utilizados. Em todas essas circunstâncias, as justificações dessas escolhas deverão ser apresentadas, quer quando se recorre à metodologia proposta na Norma ISO 14042:2000 (E), quer quando se é obrigado a recorrer a entidades diferenciadas, devido a especificidades próprias da situação em causa. Em todos os casos, deverão ser tomadas em conta as exigências seguintes:

- a) A selecção das categorias de impacte, dos respectivos indicadores e dos modelos de caracterização, deverá ser efectuada em consonância com os fins e o formato da ACV em causa;
- b) Todas as fontes de informação a que se recorrer deverão ser devidamente identificadas e referenciadas;
- c) A selecção de cada uma dessas entidades deverá ser plenamente justificada;
- d) A cada um desses itens deverão ser atribuídas designações próprias que sejam simultaneamente rigorosas e descritivas;

- e) A selecção das categorias de impacte deverá ser feita de modo a reflectirem de forma correcta e global as especificidades ambientais relacionadas com o sistema em estudo e tomando em conta os fins e o formato da ACV que está sendo efectuada;
- f) A descrição deverá ser detalhada do mecanismo ambiental e do modelo de caracterização escolhidos para relacionar os dados obtidos no inventário com os resultados obtidos e de modo a servir de base ao cálculo dos factores de caracterização apresentados;
- g) Deverá igualmente proceder-se à descrição do modelo de caracterização utilizado, apresentando as indicações disponíveis quanto ao rigor dos resultados obtidos, no contexto dos fins pretendidos a nível da ACV em estudo.

Além destes aspectos, podem ainda referir-se os pontos seguintes, cuja consideração se recomenda:

- a) Os itens seleccionados deverão, sempre que tal seja possível, ser internacionalmente aceites, isto é, baseados em acordos internacionais ou dimanados de organismos desse nível;
- b) As categorias de impacte devem representar o conjunto agregado de emissões ou de resíduos provenientes do uso de determinados recursos naturais que incidam em determinados pontos das suas resultantes ambientais, sob a forma dos indicadores para tal seleccionados;
- c) Os valores-guia e as hipóteses formuladas aquando da elaboração dos modelos e/ou dos cálculos efectuados deverão ser, em todos os casos, minimizados;
- d) As categorias de impacte, os respectivos indicadores e os modelos de caracterização utilizados, deverão ser construídos e utilizados de tal modo que sejam evitadas contagens duplas de quaisquer elementos; ressalva-se o caso de situações em que tal facto seja necessário por definição, tal como se verifica no caso de ocorrerem situações em que são considerados aspectos de saúde pública e de efeitos carcinogénicos produzidos por determinados produtos incluídos no ciclo de vida considerado;
- e) O modelo de caracterização aplicado para cada um dos indicadores de categoria a que se recorre, deverá ser validado técnica e cientificamente e baseado em mecanismos ambientais previamente identificados e/ou em observações empiricamente reproduzidas;
- f) Deverão ser identificados os intervalos de valores para os quais o modelo e os factores de caracterização sejam técnica e cientificamente validados;
- g) Os indicadores de categorias de impacte seleccionados deverão ser ambientalmente relevantes.

### 11.4.3. Modelos de caracterização

Na análise que deverá ser efectuada sobre o modelo de caracterização usado, que irá relacionar os dados obtidos no inventário da ACV considerado com os indicadores de

categoria seleccionados, é indispensável verificar se o respectivo mecanismo ambiental apresenta ou não aspectos de diferenciação espacial e/ou temporal. Deverão ser, igualmente, tomados em conta o destino e os mecanismos de transporte das substâncias envolvidas no ciclo de vida em causa. Deverão ainda ser considerados outros aspectos que não os fluxos de massa e de energia identificados, tais como as alterações de uso da terra, problemas de poluição sonora ou térmica, radiações ou outras formas de degradação da paisagem e dos ecossistemas envolvidos.

A relevância de um dado indicador de categoria de impacte ou de um determinado modelo de caracterização deverá ser verificada com base nos seguintes critérios:

- a) O indicador escolhido deverá reflectir, ao menos qualitativamente, os efeitos da variação dos resultados do inventário nas resultantes ambientais seleccionadas;
- b) A ampliação dos dados e/ou informações ambientais disponíveis em relação ao modelo de caracterização usado deverá traduzir a magnitude das variações observadas, nos aspectos espaciais e temporais.

Considerando agora o problema da classificação (ou, se quisermos, da transmissão dos resultados de um determinado inventário, efectuado no âmbito de uma ACV específica), importa realçar que esses resultados deverão ser associados a determinadas categorias de impacte que são deste modo destacadas. No estabelecimento dessas relações, é necessário tomar em conta o facto de cada resultado só dever ser associado a uma categoria de impacte específica. Quando não é possível, tal obrigará a estabelecer distinções entre mecanismos ambientais paralelos (por exemplo, alocar as emissões de  $\text{SO}_2$  aos efeitos verificados a nível da saúde e à acidificação da atmosfera, separadamente) ou à alocação entre mecanismos consecutivos, tais como, em relação ao  $\text{No}_x$ , entre a formação de ozono troposférico e a acidificação atmosférica, ou, num processo de nitrificação, entre a formação de nitritos e de nitratos, no decurso da oxidação dos compostos amoniacais.

Se considerarmos seguidamente a fase de caracterização, ou se quisermos, do cálculo dos resultados correspondentes aos diferentes indicadores de categorias de impacte seleccionados, essa operação implica a conversão dos resultados obtidos num determinado inventário em unidades comuns e respectiva agregação, de modo a obter um indicador sintético. Para isso recorre-se, como foi explicado anteriormente, a factores de caracterização, de modo a converter esse conjunto de informações num único resultado numérico.

A metodologia usada deverá ser apresentada com toda a clareza, bem como indicados os valores-guia a que se recorreu e as hipóteses formuladas. A utilidade dos valores obtidos, em relação aos indicadores calculados, depende da respectiva acurácia e validade, assim como das características dos modelos e factores de caracterização a que se recorreu. Esses valores são diferentes consoante as características de impacte consideradas, existindo muitas vezes uma relação entre a simplicidade do modelo usado e a acurácia dos resultados obtidos (*vide* Figura 11.1).

A variação da qualidade dos indicadores de categorias de impacte entre as diversas categorias existentes pode afectar a acurácia global da ACV considerada, devido a factores tais como:

- a) A complexidade dos mecanismos ambientais existentes na fronteira do sistema e no tipo de resultante ambiental considerada;
- b) As características espacio-temporais existentes, tais como a persistência de uma dada substância no ambiente;
- c) As características das relações causa-efeito observadas.

O cálculo do resultado do indicador implica dois passos: o primeiro será a selecção e uso dos factores de caracterização, usados para converter os resultados obtidos no inquérito em unidades comuns, seguindo-se um segundo passo, no decurso do qual esses resultados são agregados, de modo que, a partir deles, se obtenha o resultado numérico do indicador em causa.

#### 11.4.4. Elementos opcionais

Os elementos opcionais, geralmente considerados no âmbito de um AICV, são a **normalização**, que permite calcular a magnitude dos resultados dos indicadores de categorias de impacte, tomando em consideração os valores tomadas como base ou valores de referência aceites para esse fim, e ainda o **agrupamento e ponderação** desses dados, recorrendo a valores-guia para tal fixados.

O objectivo pretendido, quando se procede à normalização dos resultados dos indicadores de categorias de impacte previamente seleccionados, interpretar com maior rigor o significado da magnitude relativa dos valores obtidos em relação a cada um daqueles indicadores, no contexto do sistema em análise. O cálculo dessa magnitude, em relação a um dado referencial, pode ser designado por **normalização**.

Esta operação pode ser utilizada para verificar a ocorrência e significado de algumas eventuais inconsistências dos dados obtidos, para fornecer e transmitir informações relativas à significância relativa dos resultados obtidos em relação a um dado indicador ou para preparar o conjunto dos dados disponíveis para sobre eles efectuar operações de agrupamento ou de ponderação, no âmbito da ACV em curso.

Esta operação é efectuada dividindo o valor do indicador em causa por um valor de referência específico, tal como, por exemplo, a área total (global, regional ou local) na qual se verifica uma determinada emissão, ou determinando o valor *per capita* dessas emissões ou do uso de um determinado recurso ou, ainda, o cenário de referência que se pode apresentar como alternativa a um determinado sistema produtivo. Esta normalização deverá ter em conta e ser consistente com as escalas temporais e espaciais do mecanismo ambiental em causa e atender aos valores de referência disponíveis. Uma análise de sensibilidade poderá fornecer indicações adicionais relevantes quanto aos valores de referência mais aconselháveis.

**Agrupamento** de diversas categorias de impacte em uma ou mais categorias deverá previamente definido, aquando da definição dos objectivos a nível da ACV que irá ser realizada, envolvendo sempre uma qualquer tipificação ou hierarquização. Esta operação opcional poderá ser efectuada de uma das duas maneiras seguintes:

Tipificando as categorias de impacte identificadas numa base nominal, isto é, caracterizando essas emissões ou esses recursos numa perspectiva espacial (global, regional ou local);

Hierarquizando essas categorias de impacte, com base na prioridade atribuída ao respectivo controlo ou combate (prioridade elevada, média ou reduzida), no contexto dos sistemas ambientais envolvidos.

Esta operação deverá, tal como a anterior (e a seguinte), ser consistente com os fins do contexto da ACV em curso e ter por base valores-guia geralmente aceites. Como é evidente, este tipo de opções não é indiscutível, podendo por isso conduzir a resultados diferentes, consoante os grupos de interesse envolvidos.

Pode também recorrer-se à **ponderação** dos resultados, recorrendo para tal a diferentes factores numéricos baseados em valores-guia seleccionados, que são aplicados aos resultados das diferentes categorias de impacte, que podem ser ou não igualmente ponderados. Esta operação pode ser efectuada de duas maneiras diferentes. Podem converter-se os resultados dos indicadores ou os seus valores normalizados em valores comparáveis, pela aplicação de factores de ponderação pré-seleccionados ou podem, alternativamente, agregarem-se esses valores indicadores, ou os respectivos valores normalizados, em determinadas categorias de impacte.

Os factores de ponderação correspondem a valores-guia para o efeito seleccionados, tendo por base valores escolhidos em observações efectuadas no terreno ou em considerações de base biológica ou ecológica. Atendidas que sejam as precauções previamente referidas, todas estas operações deverão ser plenamente documentadas, de modo a garantir a sua transparência. Os relatórios elaborados deverão incluir os valores admitivos, obtidos no terreno, de modo a garantir o acesso a essas informações por outros agentes e viabilizar posteriores tratamentos dos dados, para permitir o eventual aprofundamento ou extensão das conclusões obtidas.

Concretamente, o acesso a esses dados permitirá a aplicação de outras técnicas que não tenham sido anteriormente utilizadas, de modo a melhorar a determinação da significância, da incerteza ou da sensibilidade dos resultados de um determinado inquérito efectuado no âmbito da ACV em causa. Deste modo será possível calcular a probabilidade de ocorrência de um determinado evento e/ou resultado, reter ou eliminar resultados aparentemente discrepantes ou conduzir, de modo iterativo, um estudo deste tipo.

De entre as metodologias a que é possível recorrer, podem citar-se as análises da importância relativa dos diferentes resultados obtidos, de modo a poder atribuir-lhes uma importância relativa e aumentar assim a probabilidade de sucesso das decisões nelas baseadas. Poderão ainda ser efectuadas análises de incerteza dos resultados e da respectiva sensibilidade, tal como é referido na Norma ISO 14041. A qualidade dos dados a que se

recorre pode assim ser sustentada em bases estatísticas mais coerentes, aumentando as probabilidades de êxito do processo em causa.

As conclusões assim obtidas deverão ser tidas em conta na elaboração dos textos postos à disposição do público, os quais se devem basear na apresentação de uma série coerente e compreensível de indicadores de categorias de impacte, cada um devidamente justificado e internacionalmente reconhecido e aceite. Esta não deverá ser, sempre que possível, a única base que apoia as conclusões apresentadas. Importa que esses indicadores sejam válidos científica e tecnicamente e, sobretudo, ambientalmente relevantes, de tal modo que os cidadãos, a quem essas informações sejam fornecidas, possam nelas confiar. Por esses motivos, não se deverá recorrer à ponderação de valores, tal como foi anteriormente descrito, para daí tirar conclusões, quanto ao interesse relativo de diferentes produtos ou serviços disponíveis no mercado.

#### 11.4.5. Elaboração do relatório e sua análise crítica

Os resultados provenientes da aplicação desta Norma, deverão ser apresentados como sequência dos resultados obtidos a partir das Normas ISO 14040 e 14041. Este relatório parcelar deverá incluir os pontos seguintes:

- a) Os processos utilizados na elaboração do inquérito ao ciclo de vida em análise, juntamente com os cálculos efectuados e os resultados daí obtidos;
- b) A indicação das limitações identificadas em relação àqueles valores, no âmbito dos objectivos e do formado da ACV realizada;
- c) As relações que foi possível estabelecer entre a avaliação desses resultados e aqueles objectivos;
- d) As relações estabelecidas entre a avaliação efectuada e os resultados do inquérito efectuado;
- e) A descrição das categorias de impacte consideradas, incluindo as razões da justificação da sua escolha e as referências à bibliografia consultada;
- f) Descrição e/ou referência aos modelos de caracterização utilizados e aos factores de caracterização aplicados, incluindo a listagem das hipóteses formuladas e das limitações identificadas no processo de descrição dos valores-guia utilizados em todos os processos desenvolvidos no âmbito da avaliação e do inquérito efectuados, justificando a sua escolha com possível influência nos resultados e conclusões apresentados, bem como as recomendações que seja consideradas pertinente apresentar;
- g) Uma afirmação clara de que os resultados obtidos são expressões de conclusões sem valor absoluto, não podendo ser utilizados para prever impactes que venham a verificar-se em determinadas resultantes ambientais; não devem igualmente servir de suporte para o estabelecimento de limites de tolerância, de intervalos de segurança ou para avaliar riscos associados àquelas situações e/ou sistemas.

- sentidos os seguintes aspectos:
- a) Descrição e justificação de novas categorias de impacte utilizadas na avaliação dos impactes associados ao ciclo de vida em estudo, assim como dos indicadores associados e dos modelos de caracterização aplicados; em cada um desses casos deverá ser apresentada a respectiva definição e descrição detalhada;
  - b) Apresentação e/ou justificação de qualquer agrupamento de novas categorias de impacte;
  - c) Descrição de quaisquer processos a que se tenha recorrido para transformar os valores dos indicadores obtidos, acompanhados da bibliografia justificativa, dos factores de ponderação utilizados, etc.;
  - d) A apresentação das análises efectuadas sobre os resultados obtidos a partir dos indicadores seleccionados, tais como determinações da sensibilidade e da incerteza dos valores obtidos ou de outros dados ambientais, bem como as suas implicações nos resultados e conclusões apresentadas;
  - e) Apresentação dos dados e indicadores obtidos antes de qualquer processo de normalização, agrupamento ou ponderação dos dados ter sido efectuado, conjuntamente com os valores obtidos após a realização daquelas operações.

Além destas indicações, tendo em vista a apresentação das informações comparativas que serão apresentadas ao público, deverão ser incluídos os seguintes itens:

- a) Avaliação do grau de cobertura dos problemas em causa, que a avaliação do impacte atribuível à ACV efectuada representa;
- b) Reconhecimento da não utilização de indicadores de categorias de impacte internacionalmente reconhecidos, quando tal for o caso, bem como a justificação dos critérios que presidiram à escolha dos indicadores efectuada e respectiva justificação detalhada;
- c) Apresentação, em relação àqueles indicadores, não só da sua validade técnica e científica, assim como da sua relevância ambiental;
- d) Apresentação dos resultados obtidos nas análises de incerteza e sensibilidade dos resultados, que tenham sido efectuadas;
- e) Avaliação da significância das diferenças obtidas entre os valores e resultados caracterizadores dos diferentes indicadores seleccionados;
- f) Justificação dos processos adoptados para se proceder ao agrupamento dos dados quando tal se verificar, bem como a apresentação dos valores obtidos após tal procedimento;
- g) Apresentação das conclusões e recomendações que resultaram desse procedimento, conjuntamente com os valores-guia que nortearam aquelas afirmações;
- h) Justificação dos critérios utilizados, quer na normalização quer no agrupamento dos valores obtidos, indicando se se trata de decisões do foro pessoal, organizacional ou resultante de valores-guia de âmbito regional ou nacional;

- i) Reconhecimento de que tais opções não têm por base a Norma ISO 14042, que não recomenda o recurso a qualquer metodologia específica ou a quaisquer valores-guia, que possam servir de base a qualquer tipo de agrupamento de categorias de impactes ambientais;
- j) Reconhecimento de que a responsabilidade das opções efectuadas nesse domínio são da responsabilidade exclusiva do autor desse estudo, seja ele de um Governo nacional, de uma Comunidade ou, ainda, de uma determinada Organização.

Quando tal se justificar, estes mesmos itens poderão ser incluídos na elaboração de outros documentos relacionados com as conclusões e/ou resultados obtidos na avaliação de impacte associada a uma determinada ACV.

A revisão crítica dos resultados obtidos deverá constar dos objectivos inicialmente apresentados e ser consistente com as posições resultantes da Norma ISO 14040, em todos os seus itens. Quando uma determinada ACV é realizada tendo por objectivo a apresentação pública de análises comparativas de quaisquer tipos, deverá ser apresentada uma análise crítica, elaborada com base nos critérios fixados naquela mesma Norma. Na avaliação do impacte, atribuível à ACV específica, deverão ser incluídos os contributos das disciplinas científicas para o efeito relevantes. Outras análises que possam ter interesse para esse fim deverão ser igualmente integradas no relatório final. Todas as operações obrigatórias e opcionais a que se recorra deverão ser devidamente descritas e justificadas.

#### 11.4.6. Relações da avaliação do impacte associado a uma determinada ACV, com outros componentes dessa mesma análise

A avaliação do impacte associado a um determinado ciclo de vida deverá ser cuidadosamente planeada desde o início dos estudos desenvolvidos, pelo que as relações existentes com outras fases dessa análise deverão ser plenamente compreendidas e nela integradas. Assim, em relação à definição dos objectivos e formato da ACV, deverão ser tomados em consideração os seguintes aspectos:

- a) Deverão ser, desde o início, especificados os objectivos que se pretende atingir, quando a avaliação dos impactes associados for efectuada;
- b) Deverão ser identificadas as consequência ambientais previsíveis, assim como as precauções que deverão ser tomadas em consideração;
- c) Deverão ser apresentados os indicadores que estão relacionados com esses aspectos;
- d) Deverão ser identificados, com o possível detalhe, os aspectos relacionados com a validade científica e técnica e com a relevância ambiental das categorias de impacte e respectivos indicadores associados, bem como dos modelos de caracterização seleccionados;
- e) Deverão ser justificados os critérios que presidiram à selecção dos indicadores seleccionados para cada categoria de impacte, a que se recorreu;

- f) Deverão ser identificadas as exigências técnicas e as informações disponíveis, relacionadas com a fase da avaliação dos impactes associados, que possam ser úteis na elaboração da ACV;
- g) Deverão ser identificados e justificados os valores-guia a que se recorreu;
- h) Deverá ser indicado o nível de agregação dos indicadores seleccionados para representar as várias categorias de impacte, assim como os critérios para tal adoptados (espacial, sectorial, regional, ou outro);
- i) Deverá ser determinada a qualidade dos dados recolhidos, justificada por uma análise demonstrativa adequada;
- j) Deverá ser identificada a documentação a que se recorreu, bem como as exigências de transparência respeitadas na elaboração do(s) relatório(s), assim como na apresentação das afirmações e conclusões comparativas tornadas públicas;
- k) Deverão ser definidas as referências e os cálculos efectuados aquando das transformações efectuadas para cada indicador de categorias de impacte seleccionadas, se tal for o caso;
- l) Deverá ser definido o conjunto de valores-guia utilizados nos processos de selecção adoptados, aquando da aplicação da normalização, do agrupamento e da ponderação dos dados obtidos.

No que respeita à fase do inventário da ACV, importa realçar os seguintes aspectos:

- a) O inventário de uma ACV e a avaliação dos impactes associados são actividades interdependentes, que exigem uma coordenação rigorosa;
- b) As características das categorias de impacte seleccionadas, bem como dos respectivos indicadores associados e dos modelos de caracterização escolhidos, determinam a recolha específica dos dados que será necessário efectuar. Nessa recolha deverão ser evitadas, tanto quanto possível, as seguintes fontes de omissões ou de incertezas procedendo-se às respectivas verificações:
  - Verificar se a qualidade dos dados recolhidos respeita o rigor exigido aquando da avaliação dos impactes associados, tendo em conta os objectivos do estudo e o respectivo formato;
  - Verificar se as fronteiras do sistema e as decisões tomadas quanto à sua rectificação foram suficientes para garantir que os resultados obtidos no inventário são suficientes e adequados à avaliação dos impactes registados no terreno;
  - Verificar se a relevância ambiental dos indicadores seleccionados para a avaliação dos impactes associados foi ou não reduzida, devido aos cálculos efectuados a nível da unidade funcional ou aquando da aplicação dos processos de tratamento e transformação dos dados brutos recolhidos.

A esta fase segue-se, no próximo capítulo, a análise da Norma ISO 14043, na que será efectuada a interpretação do conjunto dos dados anteriormente recolhidos. Uma vez que nessa fase se irão reflectir as limitações e as conclusões do estudo global da ACV efectuado, importa analisar os aspectos anteriormente citados neste capítulo, que serão então relevados.

# Norma ISO 14043:2000 (E)

## – Interpretação de um Ciclo de Vida

### 12.1. Introdução

A Interpretação de um Ciclo de Vida representa a última fase de um dado processo de Análise de Ciclo de Vida (ACV), no qual os resultados de uma Análise do Inventário de um determinado Ciclo de Vida (LCI) e da Avaliação do Impacte desse Ciclo de Vida (LCIA), ou de ambos, são resumidas e sujeitas a uma discussão detalhada. O objectivo será o de servir de base para a apresentação de conclusões, de recomendações e de propostas de decisões, de acordo com os objectivos e com o formato pré-definidos, para o estudo que se pretende apresentar. Em resumo, importa não deixar de ter em vista que uma ACV se inicia com a fase da definição de objectivos pretendidos e do formato que será respeitado, terminando com a fase de interpretação dos resultados obtidos.

A interpretação de uma ACV consiste numa abordagem sistemática do processo, que tem por objectivo identificar, qualificar, certificar e avaliar as informações que foram recolhidas a partir dos resultados obtidos no inventário efectuado (LCI) e da respectiva avaliação (LCIA). Estas acções serão as respeitantes ao sistema ou produto em estudo, seguidas da sua apresentação. Todo este conjunto de propósitos tem em vista verificar se foram, ou não, atingidos e respeitados os objectivos pré-determinados, no contexto dos fins visados e do formato a respeitar.

O agente da concretização desta ACV deverá manter-se em contacto com o responsável pelo estudo que se encontra em desenvolvimento, de modo a garantir que os objectivos em vista não sejam menosprezados, no decurso da LCI e da LCIA desenvolvidas. Neste contexto, a transparência do processo não poderá ser posta em causa. Quando ocorram opções discutíveis, quando hipóteses discutíveis ou valores de referência sejam adoptados, tais posições deverão ser rigorosamente expostas e claramente definidas, no relatório final produzido.

Uma ACV deverá ser apenas uma das diversas ferramentas que podem ser implementadas, num determinado processo de Gestão Ambiental, independentemente das restantes hipóteses a que se poderá recorrer, no contexto das possibilidades a que se poderá recorrer aquando da implementação de eventuais melhorias, ou do desenvolvimento de novas opções alternativas. A interpretação dessa ACV poderá, também, pôr em evidência as ligações existentes entre ela e outras técnicas alternativas de Gestão Ambiental, mediante a racionalização e a valorização dos resultados obtidos. É por isso importante não só rever os resultados obtidos, aquando da implementação dos resultados na fase da LCI ou de fases anteriores, mas também dos resultados obtidos pelo recurso a outras técnicas alternativas.

A interpretação de uma ACV inclui a comunicação, de forma credível, dos resultados obtidos nas diversas fases deste processo, mas também a sua apresentação de forma compreensível e útil, ao nível do aplicador das decisões daí decorrentes. Sempre que tais decisões tenham impactes, fora dos aspectos técnicos, económicos ou sociais, incluídos no contexto desse estudo de uma determinada ACV, as opções ambientais escolhidas deverão pôr em evidência os objectivos e o formato do estudo inicial, de modo a evidenciar a continuidade de processos e intuítos assim assegurada.

A Norma apresentada neste ponto destina-se, como já foi referido, a apoiar as exigências e recomendações que podem conduzir à interpretação de uma determinada ACV, no contexto de estudos associados, ligados quer à ACV em causa quer à LCI associada. De qualquer modo, importa realçar que ela não inclui metodologias específicas com elas conectadas. O que será importante realçar será a sua ligação a outras Normas já citadas neste documento, nomeadamente as Normas ISO 14040:1997, ISO 14041:1998, ISO 14042:2000, todas elas ligadas à problemática das ACV. Está também relacionada com a Norma ISO 14050:1998, relativa ao Vocabulário, que será atempadamente referida.

## 12.2. Termos e abreviaturas específicas.

Para além dos termos e definições já referidos em Normas anteriores, pode-se, no caso concreto desta Norma, mencionar os seguintes termos e abreviaturas específicas:

- a) **Registo da globalidade da informação:** processo de verificação se as precedentes fases de uma ACV, ou de inventário do ciclo de vida, foram suficientes para serem atingidas as informações necessárias, de acordo com os objectivos pretendidos e com o formato pré-definido. Os dados necessários deverão, portanto, estar disponíveis e serem completos. Se tal se não verificar, as falhas deverão ser devidamente colmatadas e se uma determinada informação for considerada desnecessária, o facto deverá ser devidamente justificada, ou os objectivos reformulados;
- b) **Registo da consistência dos dados acumulados:** processo de verificação do facto das hipóteses, da metodologia e dos dados acumulados serem ou não consistentes,

face ao estudo desenvolvido e de acordo com os objectivos pretendidos e com o formato pré-definido para o estudo a realizar. Em cada caso, deverá ser verificado se existem ou não diferenças quanto à qualidade dos dados disponíveis, ao longo do percurso. Deverá ser também verificado se os dados disponíveis apresentam diferenças temporais ou regionais, que não estejam devidamente esclarecidas. É importante verificar também se as regras de alocação, aplicadas ao longo das fronteiras do sistema, são ou não consistentes e coerentes e se todos os elementos de avaliação do impacte ambiental foram consistentemente aplicados;<sup>4</sup>

- c) **Avaliação dos resultados do ciclo de vida e sua interpretação:** este será o segundo passo da fase de interpretação do ciclo de vida, na qual se pretende avaliar a consistência dos resultados atingidos na precedente ACV e no estudo da respectiva interpretação (LCI);<sup>5</sup>
- d) **Registo de sensibilidade dos dados obtidos:** processo de verificação da sensibilidade das informações obtidas e da sua relevância para as conclusões que se pretendem obter, bem como das recomendações que importa apresentar. O objectivo deste registo de sensibilidade é o de verificar a existência ou não, de acordo entre a variabilidade dos resultados obtidos e a concordância das conclusões tiradas. Esta análise deverá englobar o acordo entre os resultados das análises de sensibilidade e de incerteza, especialmente no que respeita às fases anteriores. Nesse caso, torna-se necessário refinar, numa fase posterior, esse tipo de análise. Será necessário, em qualquer caso, recorrer a análises cuidadas, efectuadas por peritos consagrados e comparar os resultados obtidos com os provenientes de outras observações. O facto de não se obterem resultados satisfatórios numa determinada análise de sensibilidade, não poderá levar automaticamente à conclusão de que não existam diferenças entre as populações em causa. A inexistência de acordo entre esses dados poderá conduzir ao abandono desse estudo e não à busca de novas e menos prováveis explicações. Em qualquer caso, uma ACV não deverá servir de base a uma análise comparativa entre produtos ou situações, excepto se os elementos de avaliação incluírem afirmações comparativas, baseadas em análises detalhadas de sensibilidade, entre as situações comparadas.

Tal como nas Normas anteriores, pode recorrer-se nos textos elaborados às abreviaturas ACV (ou LCA), LCI e LCIA, com os significados anteriormente referidos.

<sup>4</sup> O registo da consistência dos dados deverá ser efectivado antes das conclusões terem sido alcançadas.

<sup>5</sup> A avaliação dos resultados inclui não só os registos da globalidade da informação, tal como os da consistência dos dados acumulados, bem como do seu registo de sensibilidade e de quaisquer outros ensaios de validação necessários para a sua concordância com os objectivos pretendidos e com o formato pré-definido daquele estudo.

### 12.3. Descrição geral da metodologia aplicável à interpretação de um ciclo de vida

A metodologia que se deverá implementar, aquando da interpretação de uma determinada ACV, tem em vista atingir um determinado número de objectivos e de conclusões, resultantes da exploração dos resultados alcançados. Além disso, poderão ser identificadas algumas limitações que importa atender, bem como apresentar algumas recomendações, com base nas anteriores fases da ACV ou dos estudos dos inventários efectuados. Todos esses documentos deverão ser apresentados, sob a forma de um relatório, devidamente redigido e apresentado, de forma objectiva e transparente. A Interpretação do Ciclo de Vida deverá fornecer, igualmente, uma versão compreensível, completa e consistente, dos resultados obtidos nos estudos da ACV e dos inventários incluídos no ICV, tendo em vista os objectivos que são propostos e o formato e definição do documento preparado.

Os principais objectivos, da interpretação de um determinado ciclo de vida, são os seguintes:

- a) Recurso a um procedimento sistemático, tendo em vista a identificação, qualificação, controlo, averiguação e apresentação dos resultados e conclusões obtidos nos estudos desenvolvidos, de modo a cumprir os fins que se têm em vista, no âmbito dos propósitos pré-definidos e no contexto do estudo empreendido;
- b) Utilização de um processo iterativo, entre a fase de interpretação e as restantes fases da ACV ou da LCI;
- c) Estabelecimento de ligações entre a ACV e outras técnicas de Gestão Ambiental, pelo reforço das conexões e dos limites existentes entre aquela e outras metodologias disponíveis.

A fase da Interpretação compreende três elementos, indicados na Figura 12.1, na qual são apresentadas as respectivas inter-relações e que são passíveis das designações seguintes:

- 1) Identificação das componentes significativas, estabelecidas entre os resultados obtidos no terreno e as fases do LCI e da LCIA, da ACV;
- 2) Avaliação dos resultados obtidos, tendo em conta os registos de globalidade da informação, da sensibilidade e da consistência dos dados acumulados;
- 3) Conclusões, recomendações e relatório final.

### 12.4. Identificação de resultados significativos obtidos

O objectivo deste aspecto é o de estruturar os resultados obtidos nas fases do LCI e da LCIA, a fim de determinar o seu significado, de acordo com os objectivos pré-

determinados, no âmbito do formato do estudo em vias de desenvolvimento. Esta acção deverá realizar-se de forma interactiva com os elementos valorativos que, passo a passo, forem sendo obtidos. Pretendem-se, deste modo, incluir no processo as metodologias utilizadas, as hipóteses formuladas e outras especificidades nele incluídas, procurando-se enriquecer o conjunto. Um dos objectivos será o da estabilização da continuidade do processo a partir das fases precedentes, nele introduzindo regras de alocação dos resultados, decisões tomadas levando à interrupção das decisões, selecção de categorias de impacte, escolha de categorias de indicadores e opções quanto aos modelos a seleccionar.

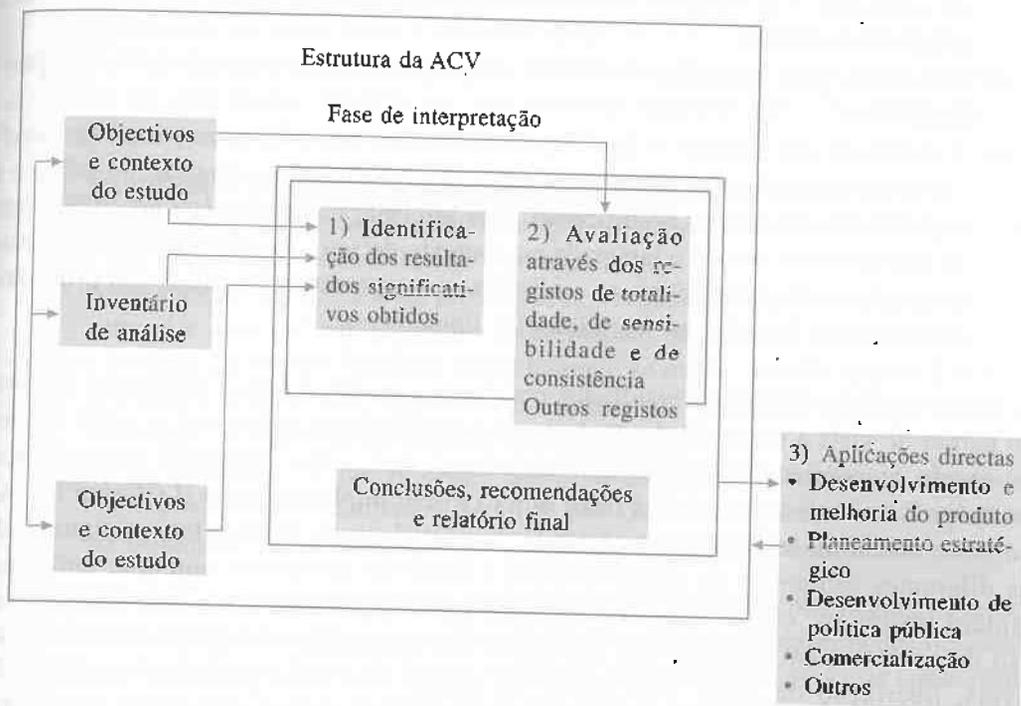


Figura 12.1 – Relações entre os elementos da fase de interpretação e as outras fases da ACV

Existem quatro tipos de informações distintas, que importa ser capaz de obter a partir das fases precedentes do processo:

- a) As informações recolhidas a partir das fases precedentes (LCI E LCIA), que devem ser aglomeradas e estruturadas conjuntamente com as informações respeitantes à qualidade dos dados obtidos. Este processo deverá ser desenvolvido da forma mais adequada possível, isto é, de acordo com os diferentes estádios da ACV, com os diferentes processos ou operações unitárias do sistema produtivo ou do serviço implementado e com os fluxos de materiais, de energia ou de resíduos que é necessário gerir conjuntamente. Estes processos podem assumir a forma de

- listagens de dados, de tabelas de informações pertinentes, diagramas de barra quaisquer outras formas de apresentação de informações credíveis. Todos os resultados relevantes deverão ser disponibilizados numa primeira fase e de trabalhos e consolidados, através de uma análise rigorosa e detalhada dos mesmos;
- b) As opções metodológicas, escolhidas com o maior cuidado, às quais se irá recorrer. Importa seleccionar previamente, de forma justificada e rigorosa, todas as opções que forem tomadas no decorrer do processo, definindo rigorosamente as fronteiras do sistema no qual decorrerá a LCI, as categorias de indicadores que vierem a ser utilizadas e os modelos de simulação e/ou de gestão que forem aplicados no contexto da LCIA;
  - c) Os valores-guia aplicados no estudo, cuja apresentação e justificação é imprescindível;
  - d) A definição das funções e das responsabilidades dos diferentes parceiros envolvidos constituindo uma parcela essencial das informações a prestar, ao público e às entidades envolvidas no processo. Esta informação deverá estar articulada com os objectivos do estudo e integrada no contexto do seu todo. Deverão ainda, no decorrer do processo, no caso de tal ser realizado, uma apresentação crítica dos processos envolvidos e de todas as metodologias implementadas.

Uma vez apresentados os resultados obtidos no quadro da ACV realizada, importa não perder de vista a necessidade de destacar a significância ambiental, o valor técnico e o sentido económico dos valores apresentados. A mais-valia, atribuível aos resultados que for possível obter, a partir das fases que se forem implementando (LCI e/ou LCIA) não pode deixar de ser destacada. A título exemplificativo, basta referir o significado das diferentes categorias de dados obtidos a nível do inventário (energia, emissões, resíduos, materiais, custos, etc.), os impactes que for possível identificar no processo (uso de recursos, em especial dos existentes em quantidades limitadas e não renováveis, libertação de gases com efeito de estufa e/ou com potencial acidificante, destruição do ozono estratosférico e antroposférico, etc.) ou os contributos detectados a partir dos resultados da ACV, para os estádios do LCI ou da LCIA, provenientes das unidades individuais determinadas, nos processos de transporte, de produção de energia ou outros.

Os resultados significativos, provenientes dos sistemas produtivos ou prestadores de serviço analisados, poderão ser simples ou complexos. A Norma em estudo não indica, em relação a qualquer um deles, a sua maior ou menor relevância. Cabe aos técnicos e cientistas que os irão implementar ensaiar todos os estudos e aproximações analíticas possíveis. Não basta copiar o que outros, noutras circunstâncias, fizeram. Cada caso é diferente de todos os outros, sendo, sem dúvida, sempre um caso de espécie. Além disso, o avanço dos conhecimentos obriga a exigir sempre mais esforço e maior rigor analítico.

## 12.5. Avaliação dos resultados obtidos

O objectivo da avaliação dos elementos recolhidos, nos estudos efectuados, será, sempre, o de estabelecer e aumentar a confiança, na reprodutibilidade e no rigor dos resultados obtidos, a nível da ACV e/ou dos estudos do LCI. Neste contexto, incluem-se os resultados significativos, identificados numa primeira fase. Os resultados obtidos deverão ser apresentados de uma maneira tal que os parceiros envolvidos não ponham em causa o seu interesse e transparência. Como foi já referido, três técnicas deverão ser utilizadas neste estudo, as da globalidade da informação e da sensibilidade e da consistência dos dados acumulados (*vide* ponto 12.2).

O objectivo da inclusão destes elementos numa ACV é o de traçar conclusões e servir de base a recomendações, em relação às audiências para as quais esses estudos são dirigidos. As conclusões deverão ser apresentadas segundo uma sequência lógica, do seguinte tipo:

- 1) Identificação preliminar dos aspectos significativos em jogo;
- 2) Avaliação da metodologia aplicada e apresentação dos resultados obtidos, quanto à sua globalidade, sensibilidade e consistência;
- 3) Apresentação das conclusões preliminares, verificando depois se elas são coerentes entre si e com os requerimentos apresentados, quanto aos objectivos em vista e o formato do estudo. Verificar seguidamente se existe acordo, quanto à qualidade dos dados disponíveis, hipóteses e valores pré-definidos e outras exigências referentes às implicações práticas a que se chegou;
- 4) Se as conclusões a que se chega forem consistentes, poderão ser apresentadas como conclusões confirmadas. Se tal se não verificar os passos 1, 2, 3 e 4 deverão ser repetidos, até se poder chegar a conclusões sólidas e definitivas.

Quando tal se verifique adequado, poderão ser efectuadas recomendações que sejam consideradas justificadas pelos decisores envolvidos. Essas recomendações deverão ser baseadas nas conclusões finais do estudo realizado, reflectindo a lógica e as consequências razoáveis dessas conclusões, devendo ainda integrar-se no contexto da Norma, de acordo com o mencionado no texto da Norma ISO 14040. De acordo com essa mesma Norma, deverá ser apresentado um relatório detalhado da metodologia aplicada, dos resultados obtidos e das conclusões pertinentes, que foi possível alcançar.